

ИКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОТО МОДЕЛИРАНЕ НА ХРАНЕНЕТО НА НЕПРЕЖИВНИТЕ ЖИВОТНИ – МЕТОДИЧЕСКИ И УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛНИ ИЗМЕРЕНИЯ

Николай Качармазов

Резюме. През последните 10 години в икономическата динамика на аграрния сектор на България настъпиха значителни промени. Създадени-те частни земеделски стопанства и ферми трябваше да базират дейността си на основата на новите реалности в икономиката и в обществените потребности. Програмата САПАРД и Оперативната програма „Развитие на земеделието и селските райони“ допринесоха за модернизацията на растениевъдните и животновъдните производства. Тези факти наложиха промени в учебните планове и програми на професионалните гимназии по земеделие и селско стопанство, регламентиращи професията „икономист-мениджър“ на селското стопанство. Порооди се необходимост от иновации в преподаването на специалните предмети, визиращи стопанското управление на растениевъдството и животновъдството, които предмети да отговарят на стандартите на агробизнеса.

Keywords: methods of training, mathematical model, non-ruminants, modeling, objective function

Общо понятие за модел. Видове модели. Линейно програмиране (линеен оптимизационен модел)

Моделът е понятие, познато на всеки: играчката самолет е модел на самолета, книжният гълъб също е модел и т. н. Фотоснимката на дадена местност, както и географската ѝ карта също са модели. Например познатата формула $S = Vt$, т.е. пътът е равен на скоростта, умножена по времето, също е модел – модел на движението на тялото. Такъв модел се нарича математически.

Всички тези предмети, графични изображения и формули се обединяват от думата „модел“. По свойствата на модела ние можем да съдим не за всички свойства на обекта, а само за тези, които са аналогични и в модела, и в обекта. Такива свойства се наричат *съществени*: за модела на самолета същественото е това, че той лети. Останалите, несъществените свойства се игнорират.

Моделите могат да бъдат повече или по-малко точни, повече или по-малко прости и сложни, материални (веществени) и знакови (графични и математически). В икономиката голямо значение имат оптимизационните модели. Те са системи от уравнения – равенства и неравенства. Важна тяхна особеност е приложимостта им в различни ситуации. Моделите, които описват „отделното“ състояние на икономиката, се наричат статични. Тези модели, които показват развитието на обекта на моделирането, са динамични (Лопатников, 1975).

Линеен оптимизационен модел. Същност и структура.

Математическият модел е описание на даден обект (явление, процес) с математически средства. Моделът отразява само главните, съществени страни и свойствата на обекта. Конструиранието на математически модел минава през следните етапи:

- въвеждането на променливи величини, чрез които се измерват количествено различните характеристики на изучавания обект. Обикновено за тази цел се използват ограниченията $x_1, x_2, \dots, x_n$. Тогава наредената съвкупност $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ представлява едно състояние на моделирания обект;
- конкретизиране на обекта посредством съотношения и връзки между величините $x_1, x_2, \dots, x_n$. Те са уравнения или неравенства и се наричат **ограничения** на модела.

Ограниченията на модела позволяват да бъдат определени всички възможни състояния на обекта. По тази причина модел, съставен само от ограничения, се нарича **описателен (дескриптивен)**.

В икономическата практика често се налага измежду възможните състояния да бъде избрано най-доброто в определен смисъл, съобразно предварително формулиран критерий. Тогава се налага в модела да се включи и математически израз на критерия, който е функция на променливите $x_1, x_2, \dots, x_n$ и се нарича **целева функция**. Тя служи за сравняване на отделните състояния и дава възможност за избор на най-доброто от тях. Наличието на целевата функция превръща математическия модел в оптимизационен.

Математически оптимизационен модел, в който целевата функция е линейна и ограниченията са линейни уравнения и/или неравенства, е известен като **линеен оптимизационен модел**.

Нека $x_1, x_2, \dots, x_n$ са променливи, които отразяват количествено най-съществените свойства на изучавания обект. Задачата е да се намери състоянието $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$:

- за което целевата функция $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ приема най-голямата или най-малката (оптимална) стойност;
- удовлетворяващо системата линейни ограничения; променливите на което изпълняват специални изисквания, обусловени от конкретния им съдържателен смисъл (Вж. Фиг.1.) (Аврамов&Грозев, 1996).

ЛИНЕЕН ОПТИМИЗАЦИОНЕН МОДЕЛ	
1	Целева функция
2	Линейни ограничения
	Уравнения; неравенства
3	Специални изисквания
	Знаците на променливите, целенасоченост на променливите

Фиг. 1. Схема на линеен оптимизационен модел

Аналитично описание на линейните оптимизационни модели в съкратен матричен вид

$$C.X \rightarrow \text{MAX(MIN)}$$

$$A.X=B$$

$$X \geq 0$$

Където: **A** – е матрицата на системата от ограничителни условия; **X** – е векторът на програмата; **B** – е вектор на десните страни; **C** – е векторът от коефициентите на целевата функция.

Методически измерения на темата

Етимологичното значение на понятието „методика“ е:

1. Съвкупност от способности и начини за най-целесъобразно извършване на някакво действие.

2. Дял от педагогиката, който излага методиките за преподаване на даден учебен предмет.

3. Учебен предмет и учебник за неговото преподаване (Михалкова, 2001).

В наукознанието под методика се разбира формална инструкция за разработване, функциониране и внедряване на системи. В теоретичен план целта на методиката е преработването на икономическото познание дидактически, а в чисто практически – изучаване на икономическите явления от практическата им страна и внедряването им в обучението. Крайният резултат е комплексно изучаване на икономическите дисциплини. Желаното методично равнище се достига чрез инвариантност на преподаването, което е ориентирано към действие процес. В конкретната задача целим решаването на казус с помощта на съвременен софтуер или друга модерна технология. Методът на казуса често е предпочитан пред този на фронталното преподаване поради настъпилите икономически, технологически и други изменения в аграрния сектор на България. Остарелите методи и форми, в центъра на които стоеше личността на учителя, възпроизвеждащ икономическа информация, постепенно биват

измествани от методиката, ориентирана към действие, т.е. постановките за съвместно учене (Михалкова, 2001).

Ученикът, усвоил определени знания от икономиката, е мотивиран от учителя да приложи професионалните си умения при решаването на практическа задача. Крайният ефект от тази методика е взаимно управлявана дейност от двата съотнесени субекта учител–ученик спрямо поставената обща цел и резултат, т.е. учениците се обучават заедно с учителя чрез съвременни методи, форми и средства. За да бъде това обучение ефективно, е необходима гъвкавост на учебните планове, т.е. те да бъдат ориентирани към ситуацията. Необходимо е да бъдат изучавани и изследвани реалните икономически процеси.

Действеността на учителя и учениците има две цели:

- 1) диференциран подход при решаването на конкретни икономически проблеми;
- 2) придобиване на качества като благонадеждност, старание, умение за концентрация, издръжливост при извършването на рутинни операции, стремеж към професионална удовлетвореност (Михалкова, 2001).

Замисълът на методиката, ориентирана към действеност, е разчупването на принципа на предметната обособеност. Стратегията на модерните учебни планове е надхвърлянето на рамките на учебните дисциплини и съчетаване на „материалните“ с „инструменталните“ предмети, изучавани в училище. Това се постига със средства като: групово обучение, учебно-тренировъчна фирма, казуси, ролеви игри, работа по проекти.

Принципът на ситуационната ориентация отчита необходимите професионални умения, които трябва да притежават учениците. В изложената по-долу учебно-познавателна задача трябва да се установят междупредметни връзки при дисциплини от материален характер като „Растениевъдство“, „Животновъдство“, „Математика и информатика“, които придобиват крайна форма като икономически изчисления. Целта е създаването на икономико-математически модел от областта на животновъдството – свиневъдството и неговото решаване от ученически екип със съдействието на учителя.

Задачата кореспондира със ЗАПОВЕД № РД 09-1501/ 08.12.2008 г. на министъра на образованието, засягаща учебната програма „**Управление на земеделието**“ и е предназначена за професията „**Икономист-мениджър**“, специалност „**Земеделско стопанство**“.

Практическото задание се свързва с **Тема 13 „Управление на основните животновъдни производства“** (13.3 „Управление на производството на свинско месо“).

Решаване на практически казус – учебно-познавателни измерения

Учебно-познавателното занятие (УПЗ) е и основна форма на движението на обучението по икономика, която е в зависимост от промените и актуализацията на икономическото съдържание, методите и средствата на обучение,

планирани и регулирани от учителя в пространствено-времеви граници и осъществявани от съвкупния субект на обучението „учител↔ученици“. УПЗ е основната клетъчноорганизационна форма на обучение по икономика, насочена към овладяване, усвояване и формиране на професионални икономически умения чрез учебно-познавателната дейност (Михалкова, 2001).

Учебно-познавателна задача от типа: „**Оптимизиране на състава на смеска за свине при критерий „минимум себестойност на 1 тон смеска“**

I. Материална форма на икономическото умение на ученика

Непреживните животни, към които се отнасят и свинете, според предписанията на съвременните технологии се хранят с концентриран фураж. Проблемите, свързани с тяхното оптималното хранене, се свеждат до оптимизиране на състава на концентрираните смеси, които ще се използват за изхранването им по време на различните периоди на тяхното отглеждане. Оптималната концентратна смеска е тази смеска, която задоволява всички зоотехнически изисквания към храненето на съответната група животни и е най-ефективна от икономическа гледна точка – например има най-ниска себестойност, включва в минимални количества дефицитна или вносна добавка, включва в максимални количества собствен фураж, произведен в значителни количества, евтино и без перспективи за реализация.

В моделите за оптимизиране на конкретната смеска неизвестните величини означават количествата на фуражите, добавките и минералните храни, които трябва да се съдържат в една тегловна единица смеска (например 1 тон). Чрез основните ограничителни условия се определят границите на количествата и на съотношенията между ingredientите, видовете фуражи, минерални храни и добавки. По правило тези ограничения са две – за долните и за горните граници, а също така може да се фиксира количеството на определен фураж, минерална храна или добавка. В системата на ограничителните условия задължително се включва и едно ограничение за фиксиране на количеството на смеската, чиято структура се моделира. Обикновено се оптимизира рецептурата на 1 тон смеска (Аспарухова, 1999).

Ограничителни условия

1. Ограничение за теглото на смеската:

$$\sum_j X_j = 1000,$$

където:

X_j – е количеството на j -ия фураж, минерална храна или добавка, което участва в състава на смеската. Ако дясната страна на ограничението е отразена в мерна единица килограм (т.е. $1000 \text{ кг} = 1 \text{ тон}$), то количествата X_j трябва да се измерват в килограми.

2. Ограничения за долна или горна граница или за фиксирано участие на ингредиентите:

$$\sum_j A_{ij}^{\times} X_j \geq b_i$$

$$\sum_j A_{ij}^{\leq} X_j \leq B_i$$

$$\sum_j A_{ij}^{\times} X_j = B_i^0$$

където:

b_i и B_i – са съответно долната и горната граница за участието на i -ия вид ингредиент в структурата на смеската;

B_i^0 – е фиксираното количество на i -ия вид ингредиент в структурата на смеската;

A_{ij} – е съдържанието на i -ия ингредиент в една тегловна единица от j -ия вид фураж, минерална храна или добавка.

За определен ингредиент са възможни 4 възможни начина за моделиране на съдържанието му в смеската:

– моделира се само долна граница за количеството на i -ия ингредиент в смеската;

– моделира се само горна граница за количеството на i -ия ингредиент в смеската;

– моделират се две ограничения – за долна и за горна граница на i -ия ингредиент в смеската;

– фиксира се количеството на i -ия ингредиент в смеската (не се препоръчва).

Ограничения за долна или горна граница или за фиксирано участие на определен вид фураж, минерална храна или добавка:

$$X_j \geq b_j$$

$$X_j \leq B_j$$

или

$$X_j = B_j^0$$

където:

b_j и B_j – са съответно задължителното минимално и допустимо количество на j -ия фураж, минерална храна или добавка в смеската;

B_j^0 – е фиксираното количество на j -ия фураж, минерална храна или добавка в смеската;

1. Ограничения за количествата на определени групи фуражи:

$$\sum_{j \in P} X_j \geq b_p$$

$$\sum_{j \in P} X_j \geq B_p$$

или

$$\sum_{j \in P} X_j = B_p^0$$

където:

P – е множеството на индексите на фуражите от група p ;

b_p и B_p – са долната и горната граница за общото количество на фуражите от група p ;

B_p^0 – е фиксираното количество на фуражите от група p , които участват в смеската.

Изискването смеската да бъде с възможно най-ниска себестойност се изразява с целевата функция, която минимизира разхода за фураж:

$$Z = \sum_j C_j \times X_j \rightarrow MIN,$$

където:

C_j – е величината на разходите за една тегловна единица от j -ия вид фураж, минерална храна или добавка, т.е. цената или себестойността (Аспарухова, 1999).

II. Материализирана форма на икономическото умение на ученика

В Таблица 1 са отразени фуражите, които трябва да са включат в смеските, съдържанието на ingredientите в тях, отделните фуражи с границите им на участие и цените на фуражите.

Таблица 1. Оптимизиране на състава на смеска за свине при критерий „минимум себестойност“

Наименование на ограничителните условия	Наименование и означение на неизвестните количества фуражи и добавки (кг):							Знаци и десни страни на ограничителните условия
	Царевича зърно	Пшеница зърно	Ечемик зърно	Царевичен шрот	Микроелементна смеска	Витаминен премикс	Готварска сол	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	
Тегло на смеската (кг)	1	1	1	1	1	1	1	= 1000
Смилаема енергия, минимум (хил. ккал)	3,5	3,35	3,12	3,00				≥ 2990
Смилаема енергия, максимум (хил. ккал)	3,5	3,35	3,12	3,00				≤ 3440
Суров протеин, минимум (кг)	0,1	0,13	0,108	0,175				≥ 130

Суров протеин, максимум (кг)	0,1	0,13	0,108	0,175				≤ 148
Сурови мазнини, минимум (г)	39	22	20	19				≥ 22000
Сурови мазнини, максимум (г)	39	22	20	19				≤ 33000
Лизин, минимум (г)	2,9	3,6	4,1	9,1				≥ 5000
Метеонин, минимум (г)	1,9	2,0	1,7	8,0				≥ 2500
Калций, минимум (г)	0,7	0,8	1,2	1,4				≥ 1300
Фосфор, минимум (г)	2,8	4,0	3,2	2,6				≥ 1200
Ечемик, максимум (кг)			1					≤ 700
Пшеница, максимум (кг)		1						≤ 400
Царевичен шрот, максимум (кг)				1				≤ 200
Микроелементна смеска, фиксирано количество (кг)					1			$= 2$
Витаминен премикс, фиксирано количество (кг)						1		$= 10$
Готварска сол, фиксирано количество (кг)							1	$= 4,5$
Целева функция минимум разходи за фураж (лв.)	0,43	0,46	0,38	0,26	0,94	1,380	0,6	$\rightarrow \text{MIN}$

Въз основа на данните от таблицата съставяме следния математически модел:

$$Z=0,43.c1+0,46.c2+0,38.c3+0,26.c4+0,94.c5+1,380.c6+0,6.c7 \rightarrow \min$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 = 1000$$

$$3,5.x1+3,35.x2+3,12.x3+3.x4 \geq 2990$$

$$3,5.x1+3,35.x2+3,12.x3+3.x4 \leq 3440$$

$$0,1.x1+0,13.x2+0,108.3+0,175.x4 \geq 130$$

$$0,1.x1+0,13.x2+0,108.3+0,175.x4 \leq 148$$

$$39.x1+22.x2+20.x3+19.x4 \geq 22000$$

$$39.x1+22.x2+20.x3+19.x4 \leq 33000$$

$$2,9.x1+3,6.x2+4,1.x3+9,1.x4 \geq 5000$$

$$1,9.x1+2.x2+1,7.x3+8.x4 \geq 2500$$

$$0,7.x1+0,8.x2+1,2.x3+1,4.x4 \geq 1300$$

$$2,8.x1+4.x2+3,2.x3+2,6.x4 \geq 1200$$

$$X3 \leq 700$$

$$X2 \leq 400$$

$$X_4 \leq 200$$

$$X_5 = 2$$

$$X_6 = 10$$

$$X_7 = 4,5$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0, x_6 \geq 0, x_7 \geq 0$$

Моделът може да бъде решен по два начина:

- ръчно, посредством Симплекс метод;
- машинно, чрез инструмента Solver на MS Excel.

В нашия случай е ползван езикът за математическо моделиране и програмиране Lingo.

Решението на системата от уравнения и неравенства е:

Objective value: 374.77

Variable	Value
X1	133.1579
X2	0.000000
X3	650.3421
X4	200.0000
X5	2.000000
X6	10.00000
X7	4.500000

Анализирайки изходните данни на модела, стигаме до следните изводи.

Рационално е в състава на 1000 кг смеска да включим следните фуражни съставки, за да имаме оптимално изхранване на животните:

X1	царевица зърно –	133,1579 кг
X3	ечемик зърно –	650,3421 кг
X4	царевичен шрот –	200 кг
X5	микроел. смеска –	2 кг
X6	витамин. премикс –	10 кг
X7	готварска сол –	4,5 кг

1000 кг смеска на стойност **374.77 лв.**

Обобщаване на резултатите

Учебно-познавателната задача е удачен метод за преподаване, ориентирано към действие. Съвместното учене дава на преподавателя по икономика свобода на действие при работа по проблемни и дискуссионни въпроси. Схемата на математическия модел, използван при моделирането на храненето на непреживните животни, може да бъде използвана и при други подобни модели на изхранване. Например при преживните животни, птиците и др., като само се променят параметрите на моделите. Материалната и материализираната

форма на икономическото познание на ученика са представени детайлно и в подробности. Избраната форма на представяне на учебния материал подбужда учениците към размисъл и креативно мислене при решаването на казуси.

ЛИТЕРАТУРА

- Михалкова, Л. (2001). *Методика на обучението по икономика*. София: Университетско издателство „Стопанство“.
- Аспарухова, И. (1999). *Икономико-математическо моделиране на селскостопанското производство*. Свищов: АИ „Ценов“.
- Лопатников, Л. (1975). *Популярен икономико-математически речник*. София: ДИ „Техника“.
- Аврамов А. & Грозев С. (1996). *Основи на математическото моделиране в икономиката*. В. Търново: „Абагар“.

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING NUTRITIONAL NON-RUMINANTS – METHODOLOGICAL STUDY AND DIMENSIONS

Abstract. Over the past 10 years in the economic dynamics of the agrarian sector in Bulgaria has been much change. Created and managed private agricultural farms had to base their activities on the basis of new realities in the economy and societal needs. The SAPARD and OP „Development of Agriculture and Rural Development“ contributed to the modernization of cultivation and livestock production. These facts necessitated changes in the curricula of vocational schools in farming and agriculture, regulating the profession of „economist-manager“ of agriculture. Emerged is a need for innovation in the teaching of special subjects, target economic management of plant and animal, which objects to meet the standards of agribusiness.

Nikolay Kacharmazov

✉ Sofia, Bulgaria
e-mail: kacharmazov@abv.bg