

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1972.3.01>

Н. АЛУМЯЭ

ПРАВИЛЬНА ЛИ СТРУКТУРА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ, СВЯЗАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ?

Задача планирования подготовки специалистов в высших и средних специальных учебных заведениях по определенной отрасли заключается обычно в следующем: распределить общий контингент приема в количестве n групп по специальностям s в подгруппы n_s (n_s — число групп по специальности s) так, чтобы структура подготовки по возможности меньше отличалась от ожидаемой структуры потребности в специалистах.

В практике планирования учитываются многие важные факторы: пригодность учебных заведений к подготовке специалистов данного профиля, число заявок на специалистов от министерств и ведомств, уровень конкурса по специальностям, выполненные самими плановиками прогнозы, прием в предыдущие годы, распоряжения вышестоящих инстанций и т. д. Однако очень редко удается привлечь к этой работе ведущих специалистов различных отраслей.

Ниже излагается схема составления плана приема (п. 1), основанная на широком применении экспертных оценок по специальностям, имеющим дело с применением вычислительной техники и экономико-математических методов. Далее (п. 2) задается конкретное содержание входящих в схему элементов, приводятся усредненные по экспертам оценки и результаты, вытекающие из этих оценок. Отмечается, что фактическая структура приема в соответствующие учебные заведения Эстонской ССР существенно отличается от полученной по излагаемой схеме оптимальной структуры.

1. Пусть φ_{hi} обозначает удельный вес фактора i , характеризующего состояние и перспективы применения вычислительной техники в отрасли h народного хозяйства;

$$\sum_h \varphi_{hi} = 1 \quad (h = 1, 2, \dots, H, \quad i = 1, 2, \dots, I).$$

Матрица φ_{hi} составляется на основе статистических и плановых данных и не содержит экспертных оценок. Эксперты же дают веса χ_i факторам i с условием $\sum_i \chi_i = 1$. Вектор

$$k_h = \sum_i \chi_i \varphi_{hi}$$

определяет перспективный удельный вес отрасли народного хозяйства h в применении вычислительной техники.

Пусть далее g_{hj} — удельный объем связанной с применением вычислительной техники работы j в отрасли h с условием

$$\sum_j g_{hj} = 1 \quad (j = 1, 2, \dots, J);$$

элементы матрицы g_{hj} лучше всего оцениваются экспертами отрасли h . Ясно, что вектор

$$\omega_j = \sum_h k_h g_{hj}$$

определяет структуру работ j в республике.

Наконец, группа экспертов из учебных заведений, заведомо хорошо знающая программы подготовки по отдельным специальностям, привлекается для оценки относительной народнохозяйственной потери в случае, если выпускник со специальностью s должен заняться работой j . Эта потеря выражается матрицей l_{sj} , построенной на основе следующих условий шкалирования: по любой специальности s имеются 1) по крайней мере, одна работа $j = j'$ по профилю подготовки, для которой $l_{sj'} = 0$, а также 2) одна работа $j = j''$, меньше всего соответствующая профилю подготовки, для которой принимается $l_{sj''} = 10$.

Этим сбор оценок от экспертов ограничивается.

Задача планирования структуры подготовки специалистов формулируется теперь так: пусть m_{sj} — число выпускников со специальностью s , направляемых на работу j ; надс минимизировать потерю для народного хозяйства от неправильной структуры подготовки специалистов

$$\sum_{s,j} m_{sj} l_{sj} = \min$$

при условиях

$$\sum_s m_{sj} = \omega_j c n, \quad \sum_j m_{sj} = n_s c, \quad \sum_s n_s = n$$

$$(n_s \text{ — числа целые, } s = 1, 2, \dots, S),$$

где c — число студентов в учебной группе (заданное, как и n).

2. В качестве факторов i ($i = 1, 2, \dots, I$), характеризующих состояние и перспективы отрасли в связи с применением вычислительной техники, нами выбраны следующие:

$i = 1$ — удельный вес работников данной отрасли;

2 — удельный вес работников, занятых применением вычислительной техники;

3 — удельный вес работников, проходящих по пятилетнему плану курсы усовершенствования квалификации по применению вычислительной техники;

4 — удельный вес использования ЭВМ (в машино-часах) в последнем квартале для собственных нужд отрасли;

5 — удельный вес расходов по пятилетнему плану для проведения научно-исследовательских и проектных работ в области применения вычислительной техники;

6 — удельный вес расходов по пятилетнему плану для приобретения или аренды вычислительной техники.

Усредненная по экспертам оценка весов κ_i факторов i должна представлять некоторый интерес: табл. 1 показывает, что эксперты более высоко оценивают хорошие намерения ($i = 5, 6$), чем фактически достигнутый уровень ($i = 2, 3$) применения вычислительной техники.

Таблица 1

i	1	2	3	4	5	6
$\kappa_i, \%$	10	17	12	13	24	24

В перечень работ j были включены следующие:

$j = 1$ — математическое моделирование задач управления ресурсами (размещение капиталовложений, управление запасами, ремонт и замена оборудования и т. д.);

2 — математическое моделирование задач использования ресурсов (управление технологическими процессами, планирование производства, управление качеством продукции, задачи размещения, управление внутренним транспортом и т. д.);

- 3 — техническая подготовка производства;
- 4 — разработка и усовершенствование систем сбора, обработки и поиска информации;
- 5 — создание математического обеспечения (разработка систем программирования, а также операционных систем и программ обслуживания);
- 6 — разработка алгоритмов решения математически сформулированных сложных задач;
- 7 — разработка и управление системами ЭВМ;
- 8 — эксплуатация и ремонт ЭВМ и периферийных устройств;
- 9 — описание и программирование хорошо формализованных простых задач обработки данных;
- 10 — подготовка данных и операторская работа;
- 11 — разработка документальных форм и кодов.

Оценки экспертов (через составление матрицы g_{hj}) привели к следующей ожидаемой структуре этих работ в предстоящем пятилетии в республике (табл. 2).

Таблица 2

j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\omega_j, \%$	7	14	4	10	5	4	7	7	14	26	2

Приведем, наконец, перечень специальностей s , имеющих непосредственное отношение к применению вычислительной техники.

- $s = 1$ — электронные вычислительные устройства;
- 2 — автоматизированные системы управления;
- 3 — прикладная математика;
- 4 — обработка экономической информации;
- 5 — математика;
- 6 — экономическая кибернетика;
- 7 — электронные вычислительные устройства;
- 8 — механизация учетных работ;
- 9 — программирование.

По специальностям $s = 1, 2, \dots, 5$ выпуск молодых специалистов обеспечивают высшие учебные заведения, по специальностям $s = 7, 8, 9$ — техникумы.

Ниже, в табл. 3 дается усредненная по экспертным оценкам матрица l_{sj} относительной народнохозяйственной потери в случае, когда выпускник со специальностью s направляется на работу j (см. перечень работ).

Таблица 3

$s \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	9	6	6	5	7	7	0	3	7	9	10
2	5	0	0	1	4	4	3	7	6	1	4
3	4	3	5	3	0	2	7	10	6	9	4
4	3	3	5	0	3	5	7	10	6	9	3
5	4	4	7	5	3	0	8	10	10	10	7
6	0	2	5	4	8	6	8	10	7	9	4
7	10	10	10	7	9	10	6	0	6	5	8
8	10	9	9	10	10	10	10	10	4	0	3
9	9	7	9	8	8	9	9	10	0	2	0

Теперь задача решается просто. Если надо подготовить, например, 100 групп по специальностям, непосредственно связанным с применением вычислительной техники, то ожидаемая потеря в народном хозяйстве была бы минимальной, если бы число групп n_s по специальностям s определялось по минимальным элементам строк в матрице l_{sj} пропорционально структурному коэффициенту ω_j

$$n_s = \sum_j \omega_j \Delta_{sj} \quad (\sum_s n_s = 100),$$

где $\Delta_{sj} = 1$, если l_{sj} является минимальным в строке j ; в ином случае $\Delta_{sj} = 0$.

При этом условии ($n = 100$) получим табл. 4.

Таблица 4

s	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_s	7	18	5	10	4	7	7	26	16

Когда же контингент приема n значительно меньше 100, решение сформулированной в конце п. 1 задачи может представлять интерес.

В качестве примера приведем в табл. 5 результат решения этой задачи при $n = 11$.

Таблица 5

s	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_s	1	2	1	1	0	1	1	2	2

Важно отметить, что фактическая структура приема в республике существенно отличается от получаемой по данной схеме и экспертным оценкам оптимальной структуры.

3. Как уже указывалось, в п. 2 приведены усредненные оценки экспертов. Индивидуальные же оценки имели порой значительное отклонение от среднего значения. Эти расхождения все же не вызывают большой тревоги, так как экспертам не была разъяснена ни конечная цель сбора мнений, ни процедура обработки представляемых экспертами данных. Кроме того, задача экспертов была не из легких — им пришлось в большинстве случаев давать распределения, т. е. богатую количественную информацию вместо выбора одной из небольшого числа альтернатив.

Можно полагать, что обычно применяемый в таких исследованиях повторный круг сбора оценок с сообщением усредненных оценок первого круга сузит диапазон расхождений между экспертами и, вместе с тем, увеличит надежность выводов.

На втором круге проведения экспертных оценок целесообразно ввести в опрос также оценки, которые в первом круге являлись производными — это распределения ω_j и n_s с условиями

$$\sum_j \omega_j = 1, \quad \sum_s n_s = n.$$

Расхождение между оценочными и производными распределениями ω_j и n_s все же не позволяет судить о внутренней несовместимости оценок, так как, например, при высказывании своего мнения по оптимальной структуре n_s эксперты могут учесть дополнительные факторы, частично указанные в начале данной статьи.

Если же влияние дополнительных факторов невелико, то полученные данные можно использовать для выработки рекомендаций по распределению выпускников вузов и техникумов по отраслям народного хозяйства.

Пусть ρ_{sh} будет число выпускников со специальностью s , направляемых в отрасль h . Тогда при обозначениях п. 1 имеем

$$\rho_{sh} = \sum_j m_{sj} k_h g_{hj} / \omega_j.$$

Поступила в редакцию
3/XII 1971

N. ALUMÄE

KAS SPETSIALISTIDE ETEVALMISTAMISE STRUKTUUR ARVUTUSTEHNIKA KASUTAMISEGA VAHETULT SEOTUD ERIALADEL ON ÕIGE?

Resümee

Artiklis on esitatud protseduur, mille realiseerimine baseerub ekspertide hinnangutel. Faktilisest hindamisest eksperimendi korras võttis rohkesti osa vabariigi nende alade paremaid spetsialiste. Saadud hinnangute töötlus näitab, et pealkirjas esitatud küsimusele tuleb anda eitav vastus.

Toimetusse saabunud
3. XII 1971

N. ALUMÄE

IS THE EDUCATION STRUCTURE IN COMPUTER FIELD CORRECT?

Summary

In Soviet republics the admission of n group (each including an equal number c) of students for specialties s ($s=1, \dots, S$) in computer field may be considered as given; the problem is to find the quantity of groups n_s ($\sum_s n_s = n$) in each speciality s so that the structure of graduates meets the demand.

For the solution of this problem a loss matrix l_{sj} has been evaluated by experts; it expresses the relative loss of the national economy when a graduate with the speciality s is applied to a job j ($j=1, \dots, J$). The loss matrix has to satisfy the following scaling conditions: for every s there exists (1) at least one job α (the most preferable one), for which $l_{s\alpha} = 0$; (2) at least one job ω (the most unsuitable one), for which $l_{s\omega} = 10$; (3) in other cases $l_{s\xi} < l_{s\eta}$ if job ξ is preferred to an another job η .

The expected relative gross volume w_j of job j is obtained via evaluating the relative volume g_{hj} of jobs j in every branch h ($h=1, \dots, H$) of the national economy by the experts belonging to the same branches.

A third group of experts has evaluated the relative weights k_h of branches h , using the given matrix φ_{hi} that characterizes the activities i ($i=1, \dots, I$) in the computer field in every branch h , and giving relevance numbers \varkappa_i to the activities i .

As the comparison shows, the structure (n_s) of admission existing in the Estonian SSR and the structure obtained by the procedure described above do not match well.

Received
Dec. 3, 1971