

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ СРЕДСТВ
ФОНДА РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
МЕЖДУ ЕЕ ОТДЕЛЕНИЯМИ МЕТОДАМИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

© 2019

Е.В. Костырин, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры ИБМ5 «Финансы»
*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет), Москва (Россия)*

Ключевые слова: динамическое программирование; медицинская организация; фонд развития; уравнения Р. Беллмана; программный продукт MS Excel.

Аннотация: В работе поставлена задача распределения средств фонда развития медицинской организации между ее отделениями, построены уравнения Р. Беллмана и предложено решение рассматриваемой задачи методами динамического программирования с использованием возможностей встроенной процедуры «Поиск решения» программного продукта MS Excel. Обосновано использование при принятии решения об инвестировании средств фонда развития медицинской организации в ее отделения такого критерия, как отношение доли отчислений i -го врача в отчетном периоде на развитие лечебно-профилактического учреждения среди всех врачей, делающих аналогичные отчисления, к средней себестоимости оказания одной платной медицинской услуги i -м врачом. Показан механизм практической реализации задачи на примере одной из медицинских организаций города Москвы.

Предложен авторский подход к решению задачи о распределении инвестиций, новизна которого заключается в том, что в качестве центров ответственности в авторской концепции используются отделения медицинской организации, а в роли источника финансирования – фонд развития медицинского учреждения, который зависит от результативности работы каждого сотрудника. Данный подход позволяет наиболее эффективно перераспределять финансовые ресурсы между отделениями и обеспечивает источники финансирования для оснащения рабочего места медицинского и немедицинского персонала высокотехнологичным медицинским оборудованием и современными лекарственными препаратами, повышение квалификации медицинского персонала, вовлекает весь персонал в процесс управления медицинской организацией, является дополнительным стимулом к росту производительности труда. Использование авторского инструментария на основе методов динамического программирования, уравнений Р. Беллмана, встроенных процедур программного продукта MS Excel дает возможность автоматизировать процесс принятия управленческих решений.

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование системы управления медицинскими организациями – бюджетными поликлиниками, больницами, коммерческими медицинскими центрами – это одна из важнейших задач, стоящих перед обществом на современном этапе его развития, направленная на обеспечение населения основным объемом первичной медико-социальной помощи. В настоящее время управление развитием крупномасштабных систем здравоохранения, медико-биологических систем и передовых технологий оказания медицинской помощи населению выходит на новый уровень, так как необходимо мобилизовать силы общества на приоритетные направления развития, повышение его благосостояния, продолжительности и качества жизни. Так, в Послании Президента РФ Федеральному Собранию от 01.03.2018 перед страной поставлена задача к концу следующего десятилетия уверенно войти в клуб стран «80 плюс», где продолжительность жизни превышает 80 лет. При этом опережающими темпами должна расти продолжительность именно здоровой, активной, полноценной жизни, когда человека не ограничивают, не сковывают болезни. Все это ставит новые задачи перед отечественным здравоохранением, перед поликлиниками и больницами, а также перед всеми сотрудниками медицинских учреждений, от хорошо организованной и мотивированной работы которых зависит развитие организаций здравоохранения, качество оказания медицинской помощи. Однако для реализации целей, указанных в Послании Президента РФ, недостаточно профессионализ-

ма и энтузиазма врачей и административно-управленческого персонала – необходимы надежные источники финансирования развития медицинской организации, способствующие созданию здоровой конкурентной среды между отделениями лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) и врачами и обеспечивающие их непрерывный профессиональный рост и развитие. В то же время качество оказания медицинской помощи в современных условиях существенно зависит от технической оснащенности рабочего места врача и среднего медицинского персонала, наличия необходимого медицинского оборудования, эффективных лекарственных препаратов, общего уровня технологической обеспеченности ЛПУ. С этой целью предлагается использовать фонд развития медицинских организаций, механизм формирования которого подробно раскрыт в работах [1–3], в качестве источника финансирования развития наиболее эффективных отделений и для мотивации врачей и среднего медицинского персонала к высокоэффективному, высокопроизводительному труду. Инструментарием принятия управленческих решений по инвестированию средств фонда развития в лучшие отделения и врачебные должности выступают известные модели динамического программирования, в частности хорошо проработанная задача о распределении финансовых ресурсов между предприятиями [4–6].

Большое количество работ посвящено теоретическим аспектам динамического программирования, вне поля зрения специалистов и ведущих исследователей остаются проблемы применения известных методов для

решения задач формирования и использования различных денежных фондов в первичных звеньях здравоохранения – поликлиниках и больницах – с целью повышения эффективности их деятельности. Так, В.Г. Овчинников в работе [7] дает характеристику разрешимости задачи дискретного оптимального управления, не показывая возможности применения полученных результатов на практике. А.Г. Ченцов и П.А. Ченцов [8] используют динамическое программирование применительно к задачам маршрутизации перемещений, осложненным ограничениями и возможной зависимостью функций стоимости от списка заданий.

В трудах зарубежных исследователей и специалистов в области управления медицинскими организациями также не отражены проблемы распределения средств фонда развития между отделениями ЛПУ методами динамического программирования. Большинство трудов посвящены проблемам управления национальными системами здравоохранения в современных рыночных условиях. Например, в работе [9] рассматривается трансформация системы здравоохранения Российской Федерации, в [10; 11] исследуются медицинские накопительные счета как источник финансирования медицинских организаций.

Цель исследования – решение задачи о распределении средств фонда развития медицинской организации между ее отделениями на основе известных методов динамического программирования, уравнений Р. Беллмана и инструментария поддержки принятия управленческих решений на базе программного продукта MS Excel [12].

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе рассмотрено распределение отчислений на развитие медицинской организации от следующих отделений: гинекологии, дерматовенерологии, оториноларингологии, неврологии, стоматологии, ультразвукового исследования (УЗИ).

Планируется деятельность указанных выше шести отделений медицинской организации на очередной год. Начальные средства s_0 руб. равны суммарным отчислениям на развитие медицинской организации от этих отделений. Размеры вложений в каждое отделение кратны Δx руб., они зависят от стоимости оборудования, затрат на повышение квалификации персонала, приобретение высокоэффективных лекарственных препаратов. Средства x , выделенные k -му отделению ($k=1, 2, \dots, 6$), приносят в конце года суммарный финансовый результат $\Phi P_k(x)$, часть которого направляется на развитие медицинской организации. Допущения: 1) суммарный финансовый результат не зависит от вложения средств в другие отделения лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ); 2) суммарный экономический эффект равен сумме финансовых результатов, полученных от каждого отделения ЛПУ [13–15].

Задача заключается в определении размера средств фонда развития медицинской организации, выделяемых каждому отделению с тем, чтобы суммарный экономический эффект был максимальным.

Построение уравнений Р. Беллмана (условная оптимизация). Зададим через x_k объем средств, выделенных k -му отделению. Суммарный экономический эффект равен

$$Z = \sum_{k=1}^6 \Phi P_k(x_k). \quad (1)$$

Переменные x удовлетворяют ограничениям:

$$\sum_{k=1}^6 x_k = s_0, \quad (2)$$

$$x_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, 6. \quad (3)$$

Требуется найти переменные x_1, x_2, \dots, x_6 , удовлетворяющие системе ограничений (2)–(3) и обращающие в максимум функцию (1).

Ограничения модели. Ограничения линейные, но вложения в каждое отделение дискретны, так как зависят от стоимости закупаемого оборудования, затрат на повышение квалификации, освоение новых технологий диагностики и лечения и стоимости лекарственных средств, поэтому применение методов линейного программирования для решения данной задачи затруднительно. Уравнения состояний в задаче имеют вид

$$s_k = s_{k-1} - x_k, k = 1, 2, \dots, 6, \quad (4)$$

где s_k – параметр состояния – объем средств, оставшихся после k -го шага, средства, которые нужно распределить между оставшимися $6-k$ отделениями.

Введем в рассмотрение функцию $Z_k^*(s_{k-1})$ – условный оптимальный экономический эффект, полученный от $k, k+1, \dots, 6$ -го отделения, если между ними распределялись оптимальным образом средства s_{k-1} ($0 \leq s_{k-1} \leq s_0$). Допустимые управления на k -м шаге удовлетворяют условию $0 \leq x_k \leq s_{k-1}$ (либо k -му отделению ничего не выделяем, $x_k=0$, либо выделяем не больше того, что имеем к k -му шагу, $x_k \leq s_{k-1}$). С учетом вышеизложенного для данной задачи уравнения Р. Беллмана имеют следующий вид:

$$Z_n^*(s_{n-1}) = \max_{\{x_n\}} \Phi P_n(s_{n-1}, x_n), \quad (5)$$

$$Z_k^*(s_{k-1}) = \max_{\{x_k\}} \{ \Phi P_k(s_{k-1}, x_k) + Z_{k+1}^*(s_k) \}, \quad (6)$$

где n – общее число отделений ЛПУ ($n=6$ для нашей задачи);

k – номер отделения ($k=n-1, n-2, \dots, 2, 1$). Это рекуррентные соотношения, позволяющие найти предыдущее значение функции, зная последующие.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассмотрим медицинскую организацию, в которой платные медицинские услуги оказываются в следующих отделениях: гинекологии, дерматовенерологии, оториноларингологии, неврологии, стоматологии, ультразвукового исследования (УЗИ). Для повышения заинтересованности врачей в росте производительности труда и вовлечения их в процесс принятия управленческих решений предлагается часть средств фонда развития ЛПУ направлять на закупку медицинского оборудования и лекарственных препаратов. На этапе внедрения авторской методологии математического моделирования и анализа процессов управления медицинскими

организациями в результате переговоров с коллективом ЛПУ на эти цели было решено направлять 50 % фонда развития, остальные 50 % – резервный фонд заработной платы. В указанных выше 6 отделениях ЛПУ работает 21 врач, из них в мае 2019 года отчисления на развитие ЛПУ сделали 15 врачей. Основные параметры, характеризующие результаты работы этих врачей в мае 2019 года, приведем в таблице 1. Основные источники наполнения бюджета фонда развития ЛПУ, включая вклад каждого врача и отделения, представлены в таблице 2 [2; 3; 16].

Основными параметрами работы врача (см. таблицу 1), которые используются для анализа эффективности его работы и принятия решения администрацией о закупке медицинского оборудования и лекарственных средств, являются: средний тариф на платные медицинские услуги (столбец 3), средняя себестоимость одной медицинской услуги врача (столбец 4), размер ежемесячных амортизационных отчислений (столбец 5), ежемесячные затраты на материалы и лекарственные препараты (столбец 6), отчисления врача на развитие медицинского учреждения, включая резервный фонд заработной платы (столбец 3 таблицы 2); из резервного фонда заработной

платы по результатам работы за отчетный период администрация по согласованию с трудовым коллективом может принять решение о премировании, закупке медицинского оборудования, повышении квалификации персонала, приобретении лекарственных препаратов и расходных материалов, а также оплате отпусков. Как следует из последней строки таблицы 2, общая сумма отчислений на развитие медицинской организации только по результатам одного месяца составила 671 231 руб. Поскольку трудовым коллективом принято решение о направлении половины этих средств на приобретение медтехники и лекарственных препаратов, то размер финансовых ресурсов на эти цели составит 671 231 : 2 = 335 616 руб. Критерием принятия решения об инвестировании этих средств в отделение медицинской организации является выигрыш, значение которого для каждого врача представлено в столбце 6 таблицы 2. Расчет выигрыша $p_i(x_i)$ осуществляется согласно следующей формуле [17; 18]:

$$p_i(x_i) = \frac{E f_i}{c_i} \cdot 1000, \quad (7)$$

Таблица 1. Основные итоги работы врачей медицинской организации в мае 2019 года

№	Должность	Средний тариф на платные медицинские услуги, руб.	Средняя себестоимость одной медицинской услуги, руб.	Амортизационные отчисления в месяц, руб.	Затраты на материалы и лекарственные препараты в месяц, руб.
1	2	3	4	5	6
Отделение гинекологии					
1	Врач акушер-гинеколог	1 231,89	736,72	467,03	8 945,04
2	Врач акушер-гинеколог	1 146,37	394,99	460,03	4 058,26
Отделение дерматовенерологии					
3	Врач дерматовенеролог-уролог	1 582,03	660,63	0	13 337,27
Отделение оториноларингологии					
4	Врач оториноларинголог	778,90	158,70	137,23	3 996,31
Отделение стоматологии					
5	Врач стоматолог-ортопед	483,89	225,88	498,18	16 380,65
6	Врач стоматолог-хирург	572,53	220,61	498,18	13 107,00
7	Врач стоматолог-терапевт	616,78	348,00	572,62	5 699,24
8	Врач стоматолог-терапевт	2 551,78	1 291,61	976,82	8 594,48
9	Врач стоматолог-ортопед	3 086,79	2 576,75	939,96	8 932,56
10	Врач стоматолог-ортопед	3 000,0	1 391,25	600,22	16 314,48
11	Врач стоматолог-терапевт	518,96	287,15	655,50	14 941,12
12	Врач стоматолог-терапевт	703,11	449,88	965,91	6 815,88
Консультативное отделение					
13	Врач ультразвуковой диагностики	1 268,32	149,88	60,13	4 724,83
14	Врач ультразвуковой диагностики	1 280,67	143,29	21,81	7 510,72
15	Врач функциональной диагностики	1 111,37	149,43	34,75	3 796,03

Таблица 2. Основные источники наполнения фонда развития ЛПУ в мае 2019 года

№	Должность	Отчисления на развитие ЛПУ, включая резервный фонд заработной платы, в месяц, руб.	Доля отчислений на развитие ЛПУ среди всех врачей	Выигрыш
1	2	3	4	5
Отделение гинекологии				
1	Врач акушер-гинеколог	23 557,05	3,51%	4,76
2	Врач акушер-гинеколог	82 237,62	12,25%	31,01
Отделение дерматовенерологии				
3	Врач дерматовенеролог-уролог	115 976,48	17,28%	26,16
Отделение оториноларингологии				
4	Врач оторино-ларинголог	8 842,16	1,33%	8,38
Отделение стоматологии				
5	Врач стоматолог-ортопед	57 170,13	8,52%	37,72
6	Врач стоматолог-хирург	39 783,23	5,89%	26,70
7	Врач стоматолог-терапевт	33 515,71	4,99%	14,34
8	Врач стоматолог-терапевт	30 210,90	4,50%	3,48
9	Врач стоматолог-ортопед	34 209,34	5,10%	1,98
10	Врач стоматолог-ортопед	107 091,87	15,95%	11,46
11	Врач стоматолог-терапевт	69 649,38	10,38%	36,15
12	Врач стоматолог-терапевт	41 226,01	6,14%	13,65
Консультативное отделение				
13	Врач ультразвуковой диагностики	12 401,14	1,86%	12,41
14	Врач ультразвуковой диагностики	2 833,53	0,42%	2,93
15	Врач функциональной диагностики	12 526,28	1,88%	12,58
ИТОГО		671 230,83	100%	

где $p_i(x_i)$ – выигрыш i -го врача от предоставления платных медицинских услуг в отчетном периоде;

x_i – объем инвестиций в оснащение рабочего места i -го врача (закупку медицинского оборудования, лекарственных средств) и повышение его квалификации, руб.;

Ef_i – эффективность работы i -го врача в отчетном периоде, %;

C_i – средняя себестоимость оказания одной платной медицинской услуги i -м врачом, руб.

Эффективность работы i -го врача в отчетном периоде определяется долей его отчислений в отчетном периоде на развитие ЛПУ среди всех врачей, делающих аналогичные отчисления [19]:

$$Ef_i = \frac{O_i}{\sum_{i=1}^n O_i}, \quad (8)$$

где O_i – размер отчислений i -го врача в фонд развития медицинского учреждения, руб.;

$\sum_{i=1}^n O_i$ – сумма отчислений всех врачей, руб.;

n – число врачей, делающих отчисления в фонд развития.

Согласно Федеральному закону от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» пороговое значение для закупок без конкурентных процедур привязано к устанавливаемому Центральным банком РФ предельному размеру расчетов наличными деньгами между юридическими лицами по одной сделке (он равен сегодня 100 000 руб.). По этой причине разобьем общую сумму фонда на равные части так, чтобы каждая часть была меньше 100 000 руб. Получим кратность инвестиций в оснащение рабочего места i -го врача в размере 335 616 руб. : 4=83 904 руб. Построим таблицу 3, характеризующую эффективность распределения инвестиций в закупку медицинского оборудования и лекарственных препаратов между всеми врачами.

Принцип заполнения таблицы 3 заключается в следующем. С ростом объемов инвестиций в закупку медицинского оборудования и лекарственных средств растет себестоимость одной услуги, так как растут затраты на материалы и амортизационные отчисления [2; 3]. Согласно формуле (7) растет знаменатель дроби, следовательно, выигрыш $p_i(x_i)$ i -го врача от инвестиций в размере x_i в закупку медицинского оборудования

Таблица 3. Эффективность распределения инвестиций в закупку медицинского оборудования и лекарственных препаратов

№	Должность	Размер инвестиций				
		0 руб.	83 904 руб.	167 808 руб.	251 712 руб.	335 616 руб.
1	2	3	4	5	6	7
1	Врач акушер-гинеколог	4,76	3,64	3,49	3,35	3,22
2	Врач акушер-гинеколог	31,01	21,02	19,68	18,51	17,46
3	Врач дерматовенеролог-уролог	26,16	14,38	14,08	13,71	13,39
4	Врач оториноларинголог	8,38	5,30	4,11	3,36	2,84
5	Врач стоматолог-ортопед	37,72	22,36	21,00	19,80	18,73
6	Врач стоматолог-хирург	26,70	15,66	14,50	13,50	12,63
7	Врач стоматолог-терапевт	14,34	8,33	7,53	6,87	6,31
8	Врач стоматолог-терапевт	3,48	3,08	2,79	2,56	2,36
9	Врач стоматолог-ортопед	1,98	1,97	1,83	1,71	1,60
10	Врач стоматолог-ортопед	11,46	10,91	10,41	9,95	9,53
11	Врач стоматолог-терапевт	36,15	24,62	22,74	21,14	19,74
12	Врач стоматолог-терапевт	13,65	12,04	11,04	10,20	9,48
13	Врач ультразвуковой диагностики	12,41	3,72	2,95	2,44	2,08
14	Врач ультразвуковой диагностики	2,93	0,50	0,39	0,32	0,28
15	Врач функциональной диагностики	12,58	1,81	1,42	1,17	1,00

и лекарственных препаратов снижается, что можно видеть в таблице 3.

Решение задачи о распределении средств фонда развития медицинской организации между ее отделениями выполним в программной среде MS Excel. Для этого создадим рабочее поле на листе MS Excel такой же размерности, что и исходные данные (таблица 3). Заполним рабочее поле (матрицу) произвольными значениями, например нулями. В ячейки справа и снизу от таблицы внесем формулы, представляющие собой суммы элементов в каждой строке и столбце рабочей матрицы соответственно. Так, значение 0 в ячейке P4 является суммой элементов строки матрицы K4–O4, т. е. P4=K4+L4+M4+N4+O4, P5=K5+L5+M5+N5+O5 и т. д. до P18. Значение 0 в ячейке L19 есть сумма элементов столбца 4 рабочей матрицы,

т. е. $L19 = \sum_{i=4}^{18} L_i$, $M19 = \sum_{i=4}^{18} M_i$ и т. д. до O19. Значения

от 1 до 4 в ячейках L20–O20 характеризуют кратность инвестиций в оснащение рабочего места врача. Целевой функцией является сумма произведений соответствующих элементов двух массивов. В программной среде MS Excel данная запись выглядит следующим образом: ячейка B21=СУММПРОИЗВ(C4:G18;K4:O18).

Рассматриваемая задача о распределении средств фонда развития медицинской организации между ее отделениями представляет собой задачу на поиск максимума. Следовательно, необходимо распределить средства фонда развития медицинской организации между ее отделениями таким образом, чтобы суммарный выигрыш, задаваемый формулой (7), был максимальным [20].

Для определения максимального значения целевой функции используем встроенную подпрограмму MS Excel *Поиск решения*, диалоговое окно которой показано на рис. 1.

В соответствующем поле диалогового окна устанавливаем целевую ячейку B\$21 равной максимальному значению (задача максимизации). Изменяемыми ячейками в рассматриваемой задаче о распределении средств фонда развития медицинской организации между ее отделениями являются ячейки L\$4:\$O\$18, поэтому указываем их в соответствующем поле диалогового окна. В поле *Ограничения* приводим существующие ограничения на изменяемые ячейки (см. рис. 1). В рассматриваемой задаче следующие ограничения:

- 1) двоичные значения изменяемых ячеек 0 или 1;
- 2) сумма инвестиций во все отделения не должна превышать исходного размера фонда развития медицинской организации: P\$20<=4 (максимальная кратность инвестиций). При этом значение, указанное в ячейке P20, – это сумма инвестиций в отделения медицинской организации с учетом их весовых коэффициентов (кратности инвестиций), т. е. P20=L19×L20+M19×M20+N19×N20+O19×O20;
- 3) каждое отделение медицинской организации либо получит инвестиции на развитие рабочего места врача, либо не получит их, что задается ограничением вида: P\$4:P\$18<=1 (см. рис. 1).

Во вкладке *Параметры* встроенной процедуры MS Excel *Поиск решения* ставим флажки *Линейная модель* и *Неотрицательные значения* (рис. 2). Нажимаем *OK*, после этого нажимаем *Выполнить*.

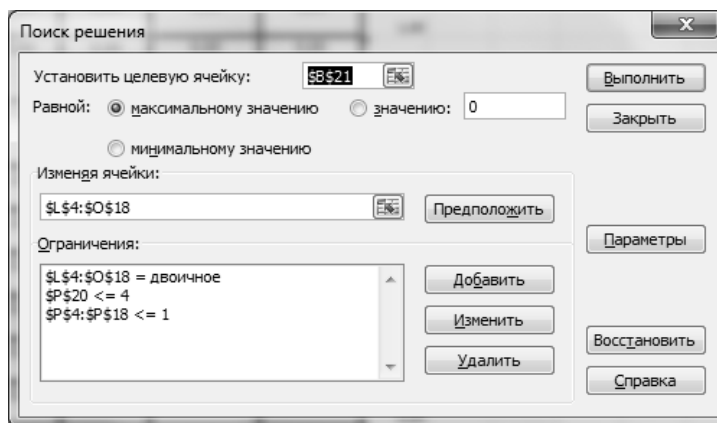


Рис. 1. Диалоговое окно встроенной подпрограммы MS Excel Поиск решения

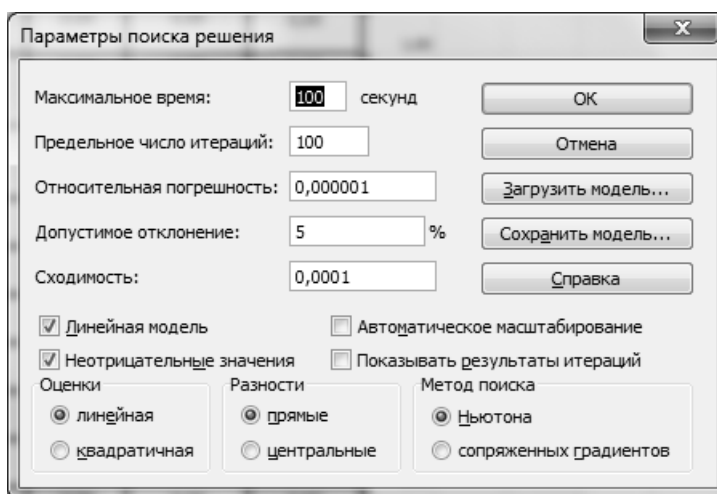


Рис. 2. Параметры поиска решения

В результате моделирования получим решение задачи о распределении средств фонда развития ЛПУ между ее отделениями в программной среде MS Excel, согласно которому целесообразно инвестировать в оснащение рабочего места врачей, определяемых по номерам строк 2, 5, 6, 11 таблицы 3, в размере, указанном в столбце 4 таблицы 3.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В работе предложен авторский подход к решению задачи о распределении инвестиций, который является новым, поскольку в качестве центров ответственности в авторской концепции используются отделения медицинской организации, а в роли источника финансирования – фонд развития медицинского учреждения, который зависит от результативности работы каждого сотрудника. Данный подход позволяет наиболее эффективно перераспределять финансовые ресурсы между отделениями и обеспечивает источники финансирования для оснащения рабочего места медицинского и немедицинского персонала высокотехнологичным медицинским оборудованием и современными лекарственными препаратами, повышение квалификации медицинского персонала, вовлекает весь персонал в процесс управления медицинской организацией,

является дополнительным стимулом к росту производительности труда. Использование авторского инструментария на основе методов динамического программирования, уравнений Р. Беллмана, встроенных процедур программного продукта MS Excel дает возможность автоматизировать процесс принятия управленческих решений.

ВЫВОДЫ

Максимальная эффективность распределения средств фонда развития анализируемой медицинской организации между ее отделениями будет достигнута при условии, что на оснащение рабочего места врача-акушера-гинеколога будет направлено 83 904 руб., рабочего места врача-стоматолога-ортопеда – 83 904 руб., рабочего места врача-стоматолога-хирурга и врача-стоматолога-терапевта – по 83 904 руб. Значение целевой функции при этом составит 83,66.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов Е.В., Костырин Е.В. Автоматизированное устройство для экономико-математического моделирования и оценки эффективности управления лечебно-профилактическим учреждением: патент РФ № 180176, 2018.

2. Костырин Е.В. Прогрессивная система стимулирования труда врачей // Экономика и предпринимательство. 2019. № 2. С. 1122–1131.
3. Костырин Е.В., Соколов Е.В. Экономико-математические модели управления бюджетными поликлиниками города Москвы // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 1. № 12. С. 58–71.
4. Присенко В.Г., Махкамова З.Р., Демарко А.В. Экономико-математическое моделирование системы управления медперсоналом региона // Евразийский союз учёных. 2017. № 2. С. 24–31.
5. Фролов С.В. Формирование оптимальной инвестиционной политики предприятий с помощью метода динамического программирования // Теория и практика современной науки. 2017. № 4. С. 825–830.
6. Мамаев Э.А. Динамическая модель инвестиций в развитие основных фондов предприятия // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2004. № 3. С. 81–84.
7. Овчинников В.Г. К динамическому программированию по значениям в полугруппе // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. 2016. Т. 20. № 1. С. 158–166.
8. Ченцов А.Г., Ченцов П.А. Динамическое программирование и эвристические методы в задачах маршрутизации // Известия ЮФУ. Технические науки. 2017. № 9. С. 169–181.
9. Gao Q., Zhang Y., Yang S., Li S. The divided Chinese welfare system: do health and education change the picture? // Social Policy and Society. 2018. Vol. 17. № 2. P. 227–244.
10. Justine H.S.U. Medical Savings Accounts: What is at risk? World Health Report. London: World Health Organization, 2010. 11 p.
11. Abeyasingha T.A., Lim J. Singapore's Healthcare Financing: Some Challenges. Singapore: Health Services Correspondence, 2010. 18 p.
12. Архангельская Е.В. Об одной реализации метода динамического программирования для решения задачи о замене оборудования с помощью прикладной программы // Системы и средства информатики. 2018. Т. 28. № 2. С. 178–188.
13. Исследование операций в экономике / под ред. Н.Ш. Кремера. М.: Юрайт, 2013. 438 с.
14. Хужев С.Р. Общая постановка задачи динамического программирования // Новая наука: проблемы и перспективы. 2017. Т. 1. № 2. С. 103–105.
15. Архипкина А.И. Метод динамического программирования как инструмент поддержки принятия решения при планировании инвестиционного проекта // Наука и образование: новое время. 2018. № 3. С. 248–257.
16. Костырин Е.В. Система мотивации медицинского персонала поликлиник, оказывающих платные медицинские услуги // Экономика и управление: проблемы, решения. 2016. Т. 2. № 10. С. 106–114.
17. Латуха О.А. Обучение менеджменту устойчивого развития руководителей организации // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2018. Т. 8. № 3. С. 225–236.
18. Латуха О.А. Применение международного опыта бережливого производства в концепции устойчивого развития медицинской организации // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2018. Т. 8. № 1. С. 239–254.
19. Эделева А.Н., Стародубов В.И., Федоткин М.А., Сабгайда Т.П., Запороженко В.Г. Математическое моделирование в управлении эффективностью работы медицинских организаций, оказывающих помощь лицам пожилого возраста в стационарных условиях // Социальные аспекты здоровья населения. 2018. № 2. С. 2–18.
20. Лесина О.В. Экономико-математическое моделирование оптимального снижения цен на реализуемые услуги телекоммуникационного предприятия // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 2. № 11. С. 93–95.

REFERENCES

1. Sokolov E.V., Kostyrin E.V. *Avtomatizirovannoe ustroystvo dlya ekonomiko-matematicheskogo modelirovaniya i otsenki effektivnosti upravleniya lechebno-profilakticheskimi uchrezhdeniyami* [Automated device for economic and mathematical modeling and evaluation of management efficiency of medical and preventive institution], patent RF no. 180176, 2018.
2. Kostyrin E.V. Progressive System of Doctor Work Stimulation. *Ekonomika i predprinimatelstvo*, 2019, no. 2, pp. 1122–1131.
3. Kostyrin E.V., Sokolov E.V. The economical mathematical models of the management of Moscow budget polyclinics. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 2017, vol. 1, no. 12, pp. 58–71.
4. Prisenko V.G., Makhkamova Z.R., Demarko A.V. Economic and mathematical modeling of medical personnel management system in the region. *Evraziyskiy soyuz uchenykh*. 2017, no. 2, pp. 24–31.
5. Frolov S.V. Formation of optimum investment policy of the enterprises by means of a method of dynamic programming. *Teoriya i praktika sovremennoy nauki*, 2017, no. 4, pp. 825–830.
6. Mamaev E.A. Dynamic model of investments in the development of fixed assets of the enterprise. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya*, 2004, no. 3, pp. 81–84.
7. Ovchinnikov V.G. On dynamic programming on the values in the semigroup. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Fiziko-matematicheskie nauki*, 2016, vol. 20, no. 1, pp. 158–166.
8. Chentsov A.G., Chentsov P.A. Dynamic programming and heuristic methods in routing problems. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki*, 2017, no. 9, pp. 169–181.
9. Gao Q., Zhang Y., Yang S., Li S. The divided Chinese welfare system: do health and education change the picture? *Social Policy and Society*, 2018, vol. 17, no. 2, pp. 227–244.
10. Justine H.S.U. *Medical Savings Accounts: What is at risk? World Health Report*. London, World Health Organization Publ., 2010. 11 p.
11. Abeyasingha T.A., Lim J. *Singapore's Healthcare Financing: Some Challenges*. Singapore, Health Services Correspondence Publ., 2010. 18 p.
12. Arkhangelskaya E.V. About an implementation of the method of dynamic programming to solve the problem

- of equipment replacement with an application program. *Sistemy i sredstva informatiki*, 2018, vol. 28, no. 2, pp. 178–188.
13. Kremera N.Sh., ed. *Issledovanie operatsiy v ekonomike* [Operations research in the economy]. Moscow, Yurayt Publ., 2013. 438 p.
 14. Khuazhev S.R. General statement of the problem of dynamic programming. *Novaya nauka: problemy i perspektivy*, 2017, vol. 1, no. 2, pp. 103–105.
 15. Arkhipkina A.I. Dynamic programming as a tool to support decision-making for the investment project planning. *Nauka i obrazovanie: novoe vremya*, 2018, no. 3, pp. 248–257.
 16. Kostyrin E.V. The medical personnel motivation system of polyclinics providing paid medical services. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 2016, vol. 2, no. 10, pp. 106–114.
 17. Latukha O.A. Training leaders of organizations in sustainable development management. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2018, vol. 8, no. 3, pp. 225–236.
 18. Latukha O.A. Application of international experience in lean production within the concept of sustainable development of healthcare settings. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2018, vol. 8, no. 1, pp. 239–254.
 19. Edeleva A.N., Starodubov V.I., Fedotkin M.A., Sabgayda T.P., Zaporozhchenko V.G. Mathematical modeling in performance management of medical organizations providing inpatient care to the elderly. *Sotsialnye aspekty zdorovya naseleniya*, 2018, no. 2, pp. 2–18.
 20. Lesina O.V. Economic-mathematical modeling of the optimal lower prices for offered services, telecommunications companies. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 2017, vol. 2, no. 11, pp. 93–95.

**SOLUTION OF THE PROBLEM ON THE FUNDS DISTRIBUTION
FROM THE MEDICAL ORGANIZATION DEVELOPMENT FOUNDATION AMONG ITS DEPARTMENTS
THROUGH DYNAMIC PROGRAMMING METHODS**

© 2019

E.V. Kostyrin, PhD (Economics), Associate Professor, assistant professor of Chair of Finance,
Engineering Business and Management School (IBM5)
Bauman Moscow State Technical University (National Research University of Technology), Moscow (Russia)

Keywords: dynamic programming; medical organization; development fund; R. Bellman's equations; MS Excel software product.

Abstract: The paper presents the solution of the problem to distribute the fund amounts for the medical organization development among its departments. The author formulates R. Bellman equations and proposes the solution of the problem through the application of the dynamic programming methods using the capabilities of the MS Excel Solver Tool. The criterion for making a decision on investing funds of the medical organization development foundation into its departments is proved, and a mechanism of practical implementation of the task is shown on the example of one of the Moscow medical organizations. As a criterion, it is proposed to use the ratio of the share of the i -th doctor's contributions in the reporting period to the development of a medical institution among all doctors making similar contributions to the average cost of providing one paid medical service by the i -th doctor.

In this work the author proposes a new approach to solve the problem of distribution of investments – the emphasis is on the centers of responsibility which are the medical organization departments, and as a source of funding is the medical institution Development Fund, which volume depends on the performance of each employee. This approach facilitates the most effective redistribution of financial resources among the departments and provides funding for equipping the workplace of medical and non-medical personnel with high-tech hospital facilities, modern medicines, advanced training of medical personnel. Eventually, it involves all the personnel in the management of the medical organization and becomes an additional incentive to increase productivity. Using the author's tools based on the methods of dynamic programming, R. Bellman's equations and built-in tools of the MS Excel software makes it possible to automate the process of managerial decision-making.