

УДК 004.942

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА РАБОЧИХ НА МОДЕЛЬ КАДРОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Калашникова Т.И., Белов Ю.С.

*Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,
Калуга, e-mail: mehta.it@yandex.ru*

В данной статье проверяется модель кадрового оперативного планирования в виде смешанной целочисленной нелинейной задачи, решение которой позволяет реализовать кадровое оперативное планирование с учетом психофизического состояния человека. Модель способна находить высококачественные решения для структурированных и неструктурированных случаев проблемы оперативного планирования рабочей силы. Модель представляет собой модель смешанного целочисленного нелинейного программирования, которая рассматривает ряд различных кадровых решений и учитывает психофизическое состояние человека. Оптимизируется модель для более качественного решения неструктурированных случаев проблемы. Анализируются преимущества этой модели. Обоснован выбор проблем уменьшения затрат, сокращения продолжительности перерыва и уровня усталости работников в качестве основных. Анализируется влияние количества рабочих в начальном периоде на решение задачи кадрового оперативного планирования с учетом психофизического состояния человека. Показывается важность учета влияния уровня спроса на общее количество рабочих часов на модель для более качественного решения неструктурированных случаев проблемы. Анализируются преимущества учета уровней личности и квалификации в начальном периоде. Выявлена необходимость учета психофизического состояния работников. Объяснено, почему человеческие факторы являются важной частью производственных систем.

Ключевые слова: кадровое планирование, оперативное планирование, нелинейное программирование, смешанное целочисленное программирование

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE INITIAL NUMBERS OF WORKERS ON THE MODEL OF WORKFORCE PLANNING TAKING INTO ACCOUNT THE PSYCHOPHYSICAL STATE OF A PERSON

Kalashnikova T.I., Belov Yu.S.

*Kaluga branch of the Federal State Budget Education Institution of Higher Education
«Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University)»,
Kaluga, e-mail: mehta.it@yandex.ru*

In this article the model of operational workforce planning in the form of a mixed integer nonlinear problem of the solution of which allows to realize personnel operational planning taking into account the psychophysical state of a person is tested. The model is able to find high-quality solutions for structured and unstructured cases of the problem of operational workforce planning. The model is a model of mixed integer nonlinear programming that considers a number of different personnel decisions and takes into account the psychophysical state of a person. The model is optimized for better solution of unstructured cases of the problem. The advantages of this model are analyzed. The choice of problems of reducing costs, reducing the length of the break and the level of fatigue of employees as the main ones are justified. The influence of the number of workers in the initial period on the decision of the problem of personnel operational planning taking into account the psychophysical state of a person is analyzed. It is shown that it is important to take into account the influence of the demand level on the total number of working hours on the model for better solving unstructured cases of the problem. The advantages of accounting for personal and skill levels in the initial period are analyzed. The need to take into account the psychophysical state of workers is revealed. It is explained why human factors are an important part of production systems.

Keywords: workforce planning, operational planning, non-linear programming, mixed integer programming

В этой статье используется пример для изучения влияния начального количества работников и других важных параметров на решения планирования рабочей силы в рамках модели кадрового оперативного планирования в виде смешанной целочисленной нелинейной задачи [1–2]. Этими факторами являются: уровень личности, трудоспособность, мотивация, а также кривые обучения.

Цель исследования заключается в разработке модели смешанного целочисленно-

го нелинейного программирования, которая учитывает ряд различных кадровых решений.

Методы исследования:

- определение основных психофизических характеристик работников, которые необходимо учитывать в модели;
- построение модели кадрового планирования с учетом выделенных психофизических факторов;
- оптимизация модели кадрового планирования с целью минимизации затрат,

повышения производительности и сокращения простоев;

– анализ средствами моделирования необходимости учета психофизических различий работников в кадровом планировании.

Результаты исследования и их обсуждение

В эксперименте изучается влияние начального числа работников с разным уровнем личности. Прежде всего, авторы предполагают, что спрос на рабочих одинаковый и равен 3200 часов в неделю. Рассмотрены четыре сценария. В первом сценарии предполагаем, что нет какой-либо начальной рабочей силы в компании для каждого уровня личности. Во втором сценарии предполагаем, что работники с высоким личностным уровнем 1 составляют половину общей численности рабочей силы; работники со средним уровнем личности 2 составляют 30% от общей численности рабочей силы, а работники с низким уровнем личности 3

составляют 20% от общей численности рабочей силы. Третий сценарий имеет равное количество работников для всех уровней личности. Последний сценарий показывает, что работники с высоким уровнем личности 3 составляют половину общей рабочей силы, а работники с уровнем личности 2 составляют 30% от общей численности рабочей силы, а работники с низким уровнем личности составляют 20% от общей численности рабочей силы. Все четыре сценария представлены в табл. 1.

Из рис. 1 видно, что число занятых работников различно, поскольку для каждого сценария начальное количество работников отличается. Можно видеть, что количество наемных работников в сценарии 1 по сравнению с другими случаями выше, так как предполагаем, что у нас нет начальных работников в начале горизонта планирования. Кроме того, можно заметить, что работники более высокого уровня личности обычно предпочитают наем и обучение [3–5].

Таблица 1

Четыре разных случая начальной рабочей силы для каждого уровня навыка

Сценарий	Описание	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Производительность	Стоимость (руб.)
1	Нет рабочей силы	0	0	0	124.2	1 758 175
2	Низкий уровень	50	30	20	124.2	1 722 398
3	Одинаковое соотношение	33.3	33.3	33.3	124.2	1 700 200
4	Высокий уровень	20	30	50	124.2	1 675 000

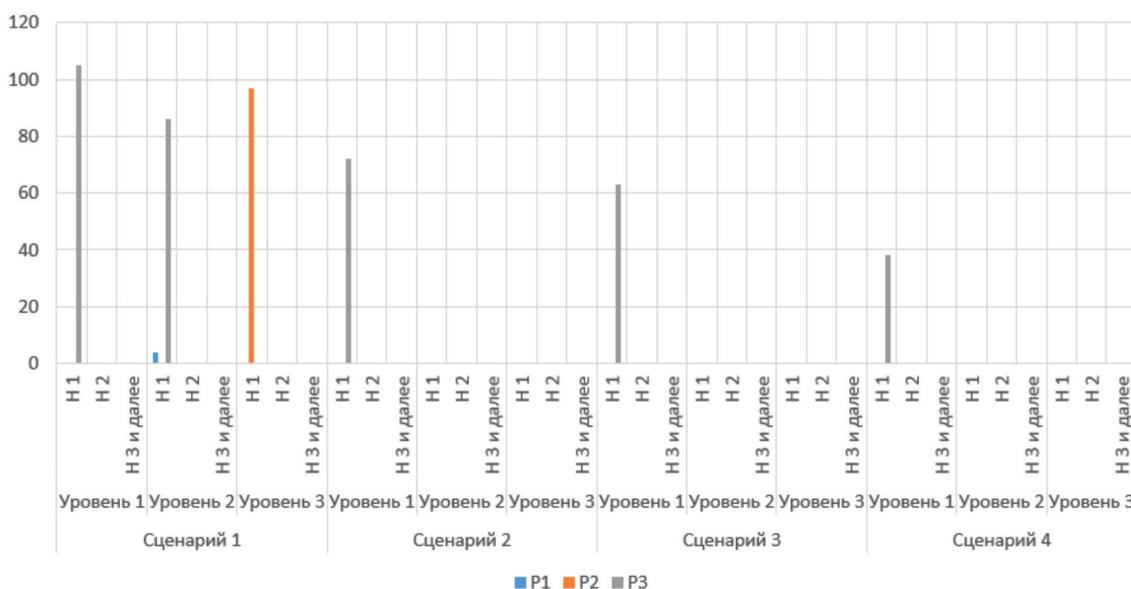


Рис. 1. Число рабочих, нанятых для четырех разных профилей

Тем не менее количество нанятых уменьшается, когда уровни личности имеют одинаковые отношения, как в сценарии 3, и число подготовленных рабочих увеличивается, особенно со средним уровнем личности в случаях 2 и 3. Хотя различия в расходах минимальны, последний сценарий лучше других с точки зрения затрат и производительности. Причина небольших различий в затратах заключается в том, что все сценарии основаны на модели кривой обучения, и они имеют одинаковые исходные данные, за исключением числа начальных работников. Таким образом, расходы

на наем и увольнение близки друг к другу. У случаев 2 и 4 есть разные решения, так как в сценарии 2 есть больше работников с высокой индивидуальностью. Но есть меньше работников с высокими личностными уровнями в сценарии 4. Это также связано с различиями в начальном количестве работников и с коэффициентами издержек. Эти результаты подтверждают, что первоначальные сценарии оказывают значительное влияние на количество наемных работников и перекрестное обучение. На рис. 2 показано количество работников, прошедших обучение по четырем сценариям.

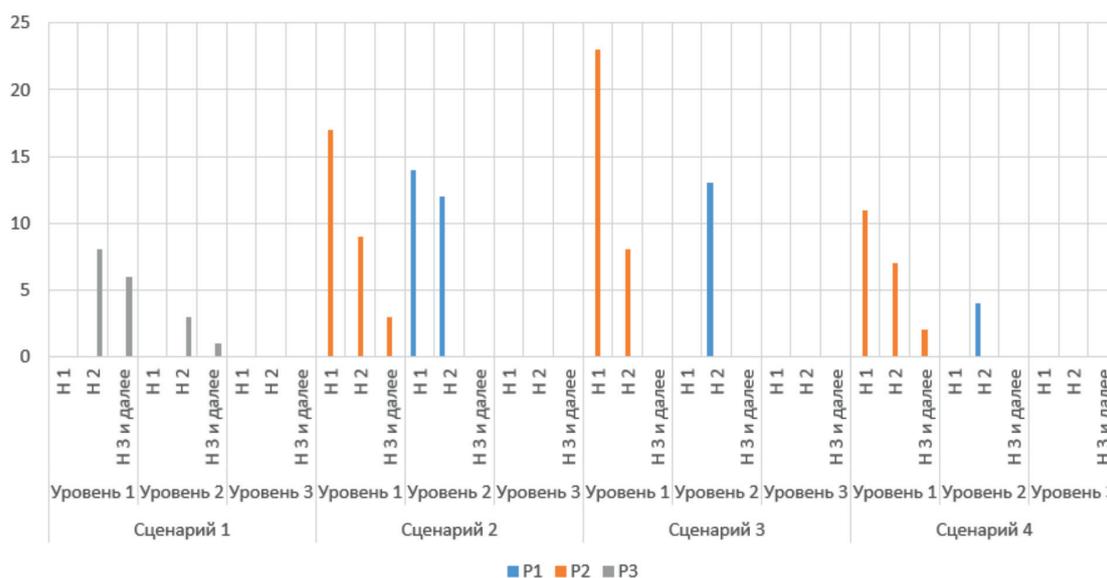


Рис. 2. Число рабочих, перекрестно обученных для четырех разных сценариев

Таблица 2
Сценарии спроса на рабочие навыки в каждую неделю (в рабочих часах)

Сценарий	Уровень работника	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
1	1	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
	2	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
	3	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
2	1	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200
	2	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200
	3	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200
3	1	3200	2800	2400	2000	1600	1200	800	400
	2	3200	2800	2400	2000	1600	1200	800	400
	3	3200	2800	2400	2000	1600	1200	800	400
4	1	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200
	2	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
	3	3200	2800	2400	2000	1600	1200	800	400
5	1	3200	2800	2400	2000	1600	1200	800	400
	2	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
	3	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200

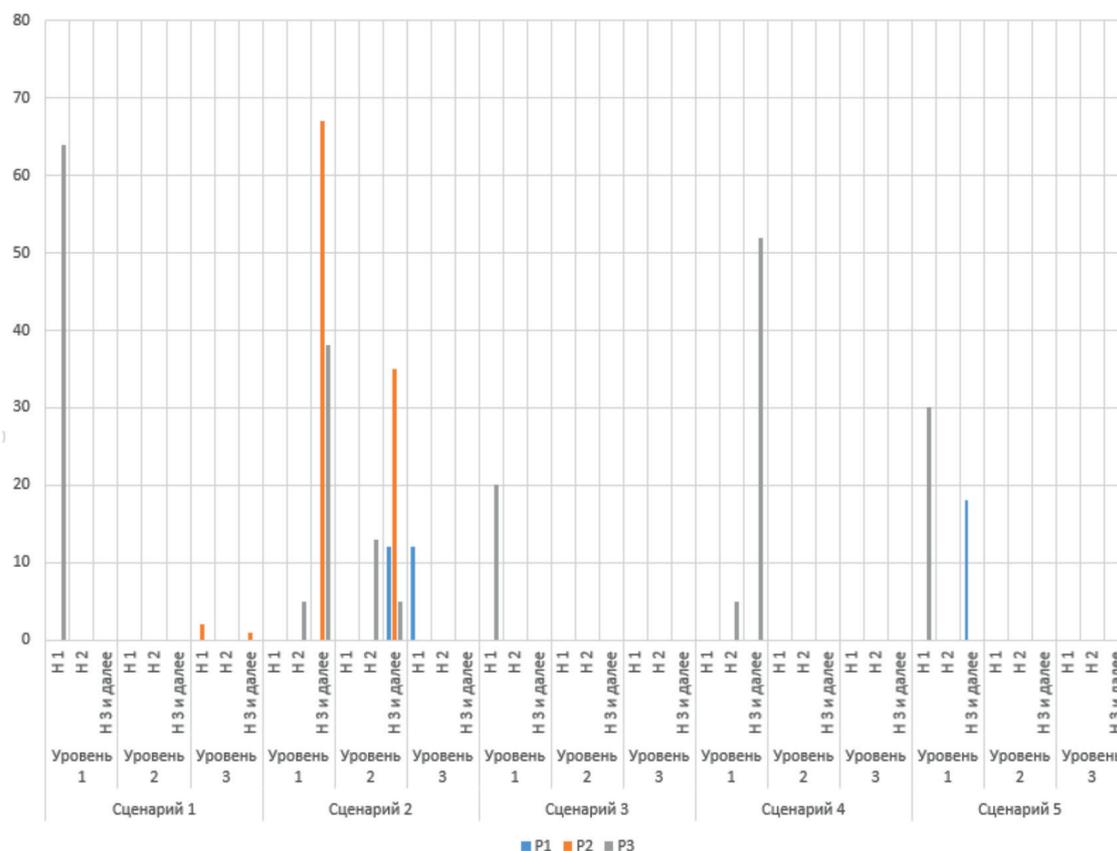


Рис. 3. Число рабочих, нанятых для разных сценариев спроса

В следующем эксперименте в течение периода изменяется спрос на рабочую силу для каждого уровня квалификации [6–8]. Было изучено пять сценариев, каждый с различной структурой спроса для каждого навыка, как показано в табл. 2. Сценарий 1 представляет собой случай, когда спрос является постоянным для каждого уровня квалификации. Сценарий 2 показывает увеличение спроса в каждом периоде. Сценарий 3 показывает снижение спроса в каждом периоде. Сценарий 4 представляет собой случай, когда спрос на умение 2 остается постоянным и спрос на умение 1 увеличивается, а спрос на умение 3 уменьшается. Сценарий 5 представляет собой случай, когда спрос на умение 2 остается постоянным, спрос на умение 1 уменьшается, а спрос на умение 3 увеличивается.

Количество работников, нанятых для каждого сценария, показано на рис. 3. В сценарии 1 в течение первой недели нанимается достаточно работников для всех периодов. Все наемные работники имеют высокий уровень личности. Перекрестное обучение происходило как на низком, так и на высоком уровне личности. Большин-

ство работников с низким уровнем личности обучаются в течение первых двух недель планирования.

В сценарии 2 увеличивается спрос на оба навыка. В каждом периоде нанимается работников больше, чтобы удовлетворить спрос. Можно заметить, что нанимаемые работники всегда имеют высокие навыки квалификации с низкими личностными или низкими навыками квалификации с высокими личностными, что означает, что модель всегда предпочитает нанимать лучших исполнителей. Больше рабочих с более низким уровнем личности обучаются после третьей недели горизонта планирования. Сценарий 3 показывает снижение спроса на горизонте планирования. Работники с высоким уровнем личности нанимаются только в первый период, и перекрестное обучение не требуется, потому что работников достаточно. Кроме того, этот сценарий генерирует множество решений об увольнении из-за снижения спроса. В сценарии 4 увеличивается количество работников с квалификацией 1, но спрос на уровень 3 уменьшается. Рабочие с уровнем квалификации 1 нанимаются больше после периода 3. Кроме того,

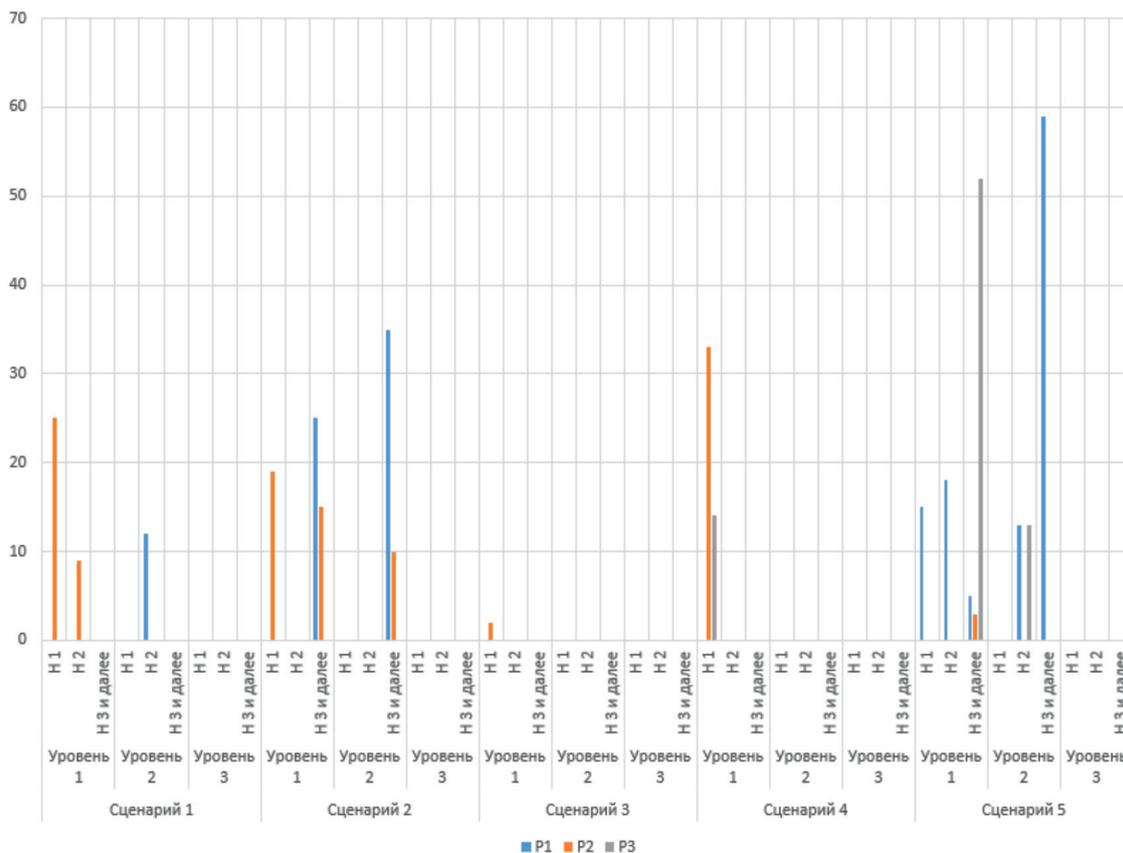


Рис. 4. Число рабочих, обученных для разных сценариев спроса

перекрестное обучение происходит только на уровне 1 из-за растущего спроса. В сценарии 5 спрос на уровень 1 уменьшается, а спрос на уровень 3 увеличивается. Немногие рабочие нанимаются как с уровнем 2, так и с уровнем 3, и большинство работников обучаются до высоких навыков. В большинстве случаев люди с высоким личностным уровнем с квалификацией 1 или люди с низким личностным уровнем с квалификацией 2 выбираются для перекрестного обучения после третьего периода. Количество работников, прошедших подготовку по каждому сценарию, показано на рис. 4.

В этом эксперименте показано, что найм происходит чаще, когда растет спрос на рабочую силу в течение горизонта планирования. Кроме того, количество обученных увеличивается, когда требуется время между изменениями навыков, как в сценарии 5. В основном работники с самым высоким уровнем личности предпочитают как для найма, так и для обучения.

Заключение

Предыдущие эксперименты были направлены на то, чтобы продемонстриро-

вать, как различные факторы влияют на принятие решений. Перекрестное обучение и решения по найму в значительной степени зависят от нескольких параметров, таких как коэффициенты производительности, зарплата, наем, расходы на увольнение и обучение, структура спроса и начальное число работников. Затраты оказывают большее влияние на то, какой работник выбирается для найма или обучения, чем другие факторы. Например, если есть большие различия между затратами, то работники с более низкими уровнями личности становятся более привлекательными из-за низких затрат на них. Как правило, работники с самыми высокими уровнями личности более привлекательны для найма и обучения. Эти результаты основаны на предположении, что при создании этой модели рабочие с более высоким уровнем личности имеют более высокую производительность. Если допущения и параметры меняются, результаты могут быть другими.

Список литературы

1. Голикова Т.И., Белов Ю.С. Разработка модели для оперативного планирования с учетом психофизического со-

стояния человека // Электронный журнал: наука, техника и образование. 2017. № CB2 (13). С. 147–153. URL: <http://nto-journal.ru/uploads/articles/905dd56563c414279967d6d3ce60c7f4.pdf> (дата обращения: 05.09.2018).

2. Голикова Т.И., Белов Ю.С. Решение проблемы кадрового планирования в виде смешанной целочисленной нелинейной задачи с учетом человеческих факторов // Электронный журнал: наука, техника и образование. 2017. № CB2 (13). С. 154–160. URL: <http://nto-journal.ru/uploads/articles/3f9f49eb4e8e5613272f98bbf57f7b0.pdf> (дата обращения: 05.09.2018).

3. Wang Lin, Lu Zhiqiang. A predictive production planning with condition-based maintenance in a deteriorating production system. 2016 International Conference on Robotics and Automation Engineering (ICRAE). 2016. P. 35–38

4. Erfanian M., Pirayesh M. Integration aggregate production planning and maintenance using mixed integer linear programming. IEEE International Conference on Industrial

Engineering and Engineering Management (IEEM). 2016. P. 927–930.

5. Jaber M.Y., Neumann W.P. Modeling worker fatigue and recovery in dual-resource constrained systems. Computers & Industrial Engineering. 2010 vol. 59 (1). P. 75–84.

6. Kim Byung Soo, Chung Byung Do. Affinely Adjustable Robust Model for Multiperiod Production Planning Under Uncertainty. IEEE Transactions on Engineering Management. 2017. vol. PP (99). P. 1–10.

7. Corominas A., Olivella J., Pastor R. A model for assignment of a set of tasks when work performance depends on experience of all tasks involved. International Journal of Production Economics. 2010. vol. 126 (2). P. 335–340.

8. Aghezzaf E., Sitompul C., Najid N.M. Models for robust tactical planning in multi-stage production systems with uncertain demands. Computers & Operations Research. 2010. vol. 37 (5). P. 880–889.