

# **Модель управления трудовыми ресурсами региона в условиях эпидемии**

## **Model of regional labor resources management in the context of the epidemic**

УДК 331.43

Получено: 14.03.2020

Одобрено: 29.03.2020

Опубликовано: 25.04.2020

**Веселко А.А.**

ассистент кафедры таможенного дела Российского университета дружбы народов

**Veselko A.A.**

Assistant, Department of Customs Affairs, RUDN University

**Сауренко Т.Н.**

д-р экон. наук, доцент, заведующий кафедрой таможенного дела Российского университета дружбы народов

e-mail: tanya@saurenko.ru

**Saurenko T. N.,**

Doctor of Economics, Associate Professor, Head of the Department of Customs Affairs, RUDN University

e-mail: tanya@saurenko.ru

**Ставицкий Д.В.**

заместителем начальника Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации

**Stavitsky D.V.**

Deputy Head of the Saint Petersburg Military Institute of the National Guard of the Russian Federation

**Фетисов А.В.**

канд. воен. наук, профессор кафедры Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации

**Fetisov A.V.**

Candidate of Military Sciences, Professor of the Department of the Saint Petersburg Military Institute of the National Guard of the Russian Federation

### **Аннотация**

В статье рассмотрена проблема управления трудовыми ресурсами региона в условиях эпидемии. Предложена модель прогноза динамики трудовых ресурсов региона, доступных для решения производственных задач в условиях эпидемии, представленная в форме дифференциальных уравнений и отражающая динамику изменения потенциальной экономической активности населения. Предложены аналитические решения, обеспечивающие на основе прогноза динамики трудовых ресурсов процесс управления социально-экономическим развитием региона в период эпидемии.

**Ключевые слова:** модель управления, трудовые ресурсы, регион, условия эпидемии, динамика, прогнозирование.

### Abstract

The article deals with the problem of managing the region's labor resources in the context of the epidemic. A model for predicting the dynamics of the region's labor resources available for solving production problems in the context of an epidemic is proposed. It is presented in the form of differential equations and reflects the dynamics of changes in the potential economic activity of the population. Analytical solutions are proposed that provide the process of managing the socio-economic development of the region based on the forecast of the dynamics of labor resources.

**Keywords:** management model, labor resources, region, epidemic conditions, dynamics, forecasting.

### Введение

Экономика любого государства в существенной степени зависит от имеющихся трудовых ресурсов. Они представляют собой часть населения, обладающую необходимыми для трудовой деятельности физическими и интеллектуальными способностями. В состав трудовых ресурсов включают, как занятых в трудовой деятельности, так и потенциально способных к ней людей. При этом занятые в трудовой деятельности люди (работники) составляют основу трудовых ресурсов. Именно они обеспечивают производство товаров и услуг и, в конечном счете, создают экономические условия жизни и деятельности населения государства [1–4]. Следовательно, анализ и прогноз их количественного и качественного изменения составляет важнейший аспект государственного управления экономикой [5–9]. При этом в условиях быстрого изменения количественного и качественного состава трудовых ресурсов, вследствие стихийных бедствий или эпидемий, вопросы прогнозирования этих изменений приобретают особую остроту [10–13]. Их решение не представляется возможным без соответствующих моделей и методик. Разработка варианта модели прогноза динамики трудовых ресурсов изолированного региона в условиях эпидемии или пандемии составляет цель настоящей статьи. При этом в качестве изолированного региона может приниматься как в целом государство, так и его отдельные изолированные территории [14–15]. В настоящее время, в условиях пандемии коронавирусной инфекции COVID-19, в Российской Федерации изоляция осуществляется как на уровне государства в целом, так и в границах областей и республик. Изоляция европейских государств, как правило, осуществляется в масштабах каждого из них.

### Основное содержание исследований

Предположим, что общая численность трудовых ресурсов изолированного региона, в котором распространяется инфекция, в момент времени  $t$  составляет  $N(t)$  человек. При этом  $I(t)$  из них являются инфицированными,  $Z(t)$  – здоровы и не болели,  $R(t)$  – выздоровели и имеют иммунитет к заболеванию, а  $U(t)$  – умерли в результате инфицирования.

Таким образом, численность трудовых ресурсов в момент времени  $t$  определяется соотношением:

$$N(t) = Z(t) + R(t) = N(0) - I(t) - U(t) \quad (1).$$

Предположим теперь, что все инфицированные надежно изолированы, и идет процесс их лечения. При этом среднее время лечения каждого инфицированного составляет  $\tau$  суток и в результате лечения за этот период доля излечившихся равна  $\alpha$ , а умерших  $\beta = 1 - \alpha$ . С учетом принятых обозначений процесс изменения количества инфицированных людей описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{dI(t)}{dt} = -\frac{1}{\tau} I(t) \quad (2).$$

Его решение с начальным условием  $I(0)$  имеет вид:

$$I(t) = I(0)e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (3).$$

При этом количество выздоровевших и возвращенных в активные трудовые ресурсы определяется соотношением:

$$R(t) = \alpha I(t) \quad (4).$$

Количество умерших определяется соотношением:

$$U(t) = \beta I(t) \quad (5).$$

Количество неинфицированных определяется соотношением:

$$Z(t) = Z(0) \quad (6).$$

Соотношения (1), (3) – (5) отражают динамику изменения численности трудовых ресурсов при условии, что в момент времени  $t=0$  выявлены и надежно изолированы все из  $I(0)$  инфицированных в рассматриваемом изолированном регионе.

В случае, если надежное выявление и изоляция инфицированных отсутствуют, с некоторого момента времени  $t_1$ , в который количество инфицированных достигнет некоторого критического значения  $I(t_1) = I^*$ , начинается собственно эпидемия. Она состоит в том, что инфекция распространяется на всех не имеющих иммунитета людей. В формализованном виде это представляется соотношениями

$$\frac{dZ(t)}{dt} = \begin{cases} -\lambda(t)Z(t), & \text{если } I(t) > I^*, \\ 0, & \text{если } I(t) \leq I^*, \end{cases} \quad (7)$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = \begin{cases} \lambda(t)Z(t) - \frac{1}{\tau}I(t), & \text{если } I(t) > I^*, \\ -\frac{1}{\tau}I(t), & \text{если } I(t) \leq I^*, \end{cases} \quad (8)$$

где  $\lambda(t)$  – интенсивность инфицирования в ходе эпидемии.

Для упрощения дальнейшего изложения будем полагать, что начало инфицирования не было выявлено и имеет место эпидемия, то есть при  $t = 0$  количество инфицированных  $I(0)$  превышает критическое значение  $I^*$ .

Тогда существует интервал  $(0, T)$ , такой, что для всех значений  $t$  из этого интервала инфекция будет распространяться на всех не переболевших людей. Если же  $t > T$ , то эпидемия прекращается, поскольку  $I$  становится меньше критического значения  $I^*$ .

В ситуации эпидемии при допущении, что  $\lambda(t) = \text{const}$ , из (7) следует:

$$Z(t) = Z(0)e^{-\lambda t}, \quad 0 \leq t < T \quad (9).$$

Подставив это значение в (8), получим:

$$\frac{dI(t)}{dt} = -\lambda I + \lambda Z(0)e^{-\lambda t}, \quad 0 \leq t < T$$

или

$$\frac{dI(t)}{dt} + \lambda I = \lambda Z(0)e^{-\lambda t}, \quad 0 \leq t < T \quad (10).$$

Умножив правую и левую часть уравнения (10) на  $e^{-\lambda t}$ , после простых преобразований, получим

$$\frac{d}{dt}[I(t)e^{\lambda t}] = \lambda Z(0), \quad 0 \leq t < T \quad (11).$$

Из (11) следует, что

$$I(t) = I(0)e^{-\lambda t} + \lambda Z(0)te^{-\lambda t} = [I(0) + \lambda Z(0)t]e^{-\lambda t}, \quad 0 \leq t < T \quad (12).$$

Полученное соотношение (12) совместно с (1) и (5) отражает динамику изменения численности трудовых ресурсов в условиях эпидемии.

Поскольку предполагалось, что эпидемия начинается при  $I(0) = I^*$  длится пока количество инфицированных превышает величину  $I^*$ , то максимальное время  $T$  ее длительности определяется из условия:

$$\left[ I^* + \lambda Z(0)T \right] e^{-\lambda T} = I^* \quad (13).$$

Оно представляет собой трансцендентное уравнение. Его аналитическое решение не представляется возможным. Поэтому оно может быть решено графическим методом, или методом перебора.

На основе соотношения (12) можно также определить время пика эпидемии, т.е. максимума функции (12). Необходимым условием ее максимума является

$$\frac{dI(t)}{dt} = 0.$$

С учетом (12) это условие принимает вид:

$$\frac{dI(t)}{dt} = [\lambda Z(0) - I(0) - \lambda Z(0)t] e^{-\lambda t} = 0.$$

Откуда максимальное время  $t^*$  достижения пика эпидемии равно:

$$t^* = \frac{1}{\lambda} \left[ 1 - \frac{I^*}{Z(0)} \right] \quad (14).$$

Подставив это время в (12), получим количество  $I_1$  инфицированных на пике эпидемии:

$$I_1 = Z(0) \exp \left\{ - \left[ 1 - \frac{I^*}{Z(0)} \right] \right\} \quad (15).$$

Полученные соотношения (1), (5), (12) – (15) представляют собой достаточно простую, но в то же время информативную модель для прогноза динамики трудовых ресурсов региона в условиях эпидемии.

### **Выводы**

Таким образом, проведенные исследования позволили на основе оценки общей численности трудовых ресурсов региона учесть в динамике распространения эпидемии:

- изменение количества инфицированных людей;
- количество выздоровевших и возвращенных в активные трудовые ресурсы;
- количество умерших;
- количество неинфицированных.

Предложенные модели позволяют оценить динамику изменения численности трудовых ресурсов региона:

- а) при условии своевременного выявления и надежной изоляции всех инфицированных;
- б) при условии отсутствия своевременного выявления и надежной изоляции всех инфицированных.

Для обоих случаев предложена модель для определения времени наступления пика эпидемии в регионе.

В целом, разработанные модели на основе предложенных технологий прогноза динамики трудовых ресурсов должны обеспечить процесс рационального управления социально-экономическим развитием региона в период эпидемии.

### **Литература**

1. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Капитоненко В.В. Экономико-математические методы и модели в мирохозяйственных связях. – Москва: Российская таможенная академия, 2011. – 180 с.
2. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Гапов М.Р., Родионова Е.С., Сауренко Т.Н., Силкина Г.Ю., Тебекин А.В. Стратегическое управление инновационной деятельностью: анализ,

планирование, моделирование, принятия решений, организация, оценка. – Санкт-Петербург, 2017. – 312 с.

3. *Анисимов Е.Г., Анисимов В.Г., Блау С.Л., Новиков В.Е., Тебекин А.В.* Модель поддержки принятия решений при формировании инновационной стратегии предприятия // Экономика сельского хозяйства России. – 2016. – № 3. – С. 53–59.

4. *Анисимов Е.Г., Анисимов В.Г., Сауренко Т.Н., Чварков С.В.* Экономическая политика в системе национальной безопасности российской федерации // Вестник академии военных наук. – 2017. – № 1 (58). – С. 137–144.

5. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Петров В.С., Родионова Е.С., Сауренко Т.Н., Тебекин А.В., Тебекин П.А.* Теоретические основы управления инновациями. – Санкт-Петербург, 2016. – 472 с.

6. *Авдеев М.М., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Мартыщенко Л.А., Шатохин Д.В.* Информационно-статистические методы в управлении микроэкономическими системами.- Международная академия информатизации. – Санкт-Петербург; Тула, 2001. – 139 с.

7. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Коханова Н.М., Малькова А.Л.* Выбор структуры производственных функций на основе синтеза безальтернативных статистических гипотез // Вестник Российской таможенной академии. – 2008. – № 4. – С. 74–79.

8. *Тебекин А.В., Сауренко Т.Н., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Методический подход к моделированию процессов формирования планов инновационного развития предприятий // Журнал исследований по управлению. – 2019. – Т. 5. – № 1. – С. 65–72.

9. *Анисимов А.В., Анисимов В.Г., Анисимов А.Е., Анисимов Е.Г., Барабанов В.В.* Задача адаптивного распределения ресурсов в условиях неопределенности // В сборнике: Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды Четвертой Всероссийской научно-практической конференции. – 2001. – С. 346–348.

10. *Сауренко Т.Н., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Горбатов М.Ю., Сонькин М.А., Грачев В.Л.* Математические модели прогнозирования экологической угрозы техногенных аварий и катастроф в составе интегрированных систем безопасности региона // Технологии гражданской безопасности. – 2019. – Т. 16. – № 3 (61). – С. 62–67.

11. *Балясников В.В., Ведерников Ю.В., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Модель причинного анализа на основе использования данных об особых ситуациях // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2015. – № 1-2 (79-80). – С. 31–38.

12. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Бойко А.П., Калинина О.В., Карпов В.А., Лобас Е.В.* Введение в экономический риск-менеджмент. – Москва, 2008. – 91 с.

13. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Ботвин Г.А., Черныш А.Я., Чечеватов А.В.* Анализ и оценивание эффективности инвестиционных проектов в условиях неопределенности. - Москва: Военная академия Генерального штаба Вооруженных сил Российской Федерации; В. Г. Анисимов, 2006. – 288 с.

14. *Анисимов Е.Г., Анисимов В.Г.* Формализация взаимодействия федеральных органов исполнительной власти при решении задач обеспечения национальной безопасности государства // РТИ Системы ВКО - 2017: Труды V Всероссийской научно-технической конференции. – 2018. – С. 31–39.

15. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Сауренко Т.Н., Чварков С.В., Харченко Е.Б.* Обобщенный показатель эффективности взаимодействия федеральных органов исполнительной власти при решении задач обеспечения национальной безопасности государства // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2017. – № 5-6 (107-108). – С. 101-106.