МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОГРАММ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В. Г. Анисимов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия

Е. Г. Анисимов

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

А. Я. Черныш

АО «РТИ», Москва, Россия

Д. А. Мельник

Евразийская экономическая комиссия, Москва, Россия

Электротехническая промышленность занимает особое место в экономике Российской Федерации. Это определяется ее значительным вкладом в создание благоприятных условий развития практически всех отраслей экономики и социально-бытовой сферы, комфортных условий жизни и деятельности граждан. Обеспечение устойчивости функционирования электротехнической промышленности является одним из важнейших условий энергобезопасности страны. При этом устойчивость и конкурентоспособность предприятий отрасли в значительной степени определяются качеством реализуемых программ их инновационного развития. Цель данного исследования – разработка математической модели поддержки принятия решений при формировании программы инновационного развития электротехнического предприятия. В качестве критерия оптимальности решения в модели принята минимизация затрат. Особенностью модели является учет, присущий инновационному процессу развития предприятия при оценке возможных затрат, связанных с разработкой и реализацией включаемых в программу проектов. Для решения задачи предлагается итерационный алгоритм последовательного формирования целесообразного варианта программы, учитывающий особенности модели. Предложенные модель и алгоритм выступают основой для создания конкретных методик оптимизации программ инновационного развития предприятий. Внедрение таких методик позволит существенно повысить качество управления инновационным развитием предприятий электротехнической отрасли машиностроения.

Ключевые слова: электротехническая промышленность, управление инновационным развитием предприятий, оптимизация программ развития, модель, алгоритм.

THE MODEL FOR SUPPORTING DECISION-MAKING DURING DESIGNING PROGRAMS OF INNOVATION DEVELOPMENT AT ENTERPRISES OF ELECTRO-TECHNICAL INDUSTRY OF MACHINE-BUILDING

Vladimir G. Anisimov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
Saint Petersburg, Russia

Evgeniy G. Anisimov

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Anatoliy Ya. Chernysh

JSC "RTI", Moscow, Russia

Darya A. Melnik

Eurasian Economic Commission, Moscow, Russia

Electro-technical industry takes a specific place in economy of the Russian Federation. It is connected with its serious contribution to building-up favorable conditions for developing actually all industries of economy, social and household fields, comfortable living and working conditions of people. Provision of sustainability of electro-technical industry functioning is an essential foundation for power security of the country. At the same time sustainability and competitiveness of these enterprises depend on the quality of programs for their innovation development. The goal of the research is to work out the mathematic model for supporting decision-making during designing programs of innovation development at electro-technical enterprises. Cost minimization is a criterion of decision optimality in the model. One specific feature of the model is taking into account the uncertainty in estimation of possible costs connected with development and implementation of projects, included in the program. To resolve the problem the author put forward the iteration algorithm of successive shaping of expedient version of the program that takes into consideration specific features of the model. The model and algorithm can serve as a foundation to design concrete methods of innovation development program optimization. Introduction of such methodology could provide an opportunity to raise the quality of innovation development management at enterprises of electro-technical industry of machine-building.

Keywords: electro-technical industry, innovation development management, development program optimization, model, algorithm.

Введение

Электротехническая промышленность является одним из основных драйверов развития экономики и создания комфортных условий жизни и деятельности современного общества. Это обусловлено тем, что электротехническая продукция используется фактически во всех отраслях экономики и социальной сферы и является материально-технической базой роста производительности труда, научно-технического прогресса и создания благоприятных условий для деятельности и отдыха человека. Качественные и количественные характеристики развития электротехнической отрасли существенно влияют на конкурентоспособность не только отдельных компаний, но и целых стран. Поэтому электротехнической промышленности, деятельность которой направлена на производство электромашин, энергетического оборудования кабелей, проводов и бытовых электроприборов, обеспечивающих выработку, распределение, передачу, преобразование и потребление электроэнергии, отводится особое место в развитии экономики и социально-бытовой сферы Российской Федерации [12; 13; 21; 23]. До 2035 г. суммарный

объем инвестиций в электротехническую промышленность, по данным информационно-консалтингового агентства INFOLine, может составить более 12 трлн рублей [27].

В настоящее время в электротехнической отрасли машиностроения Российской Федерации действует большое количество предприятий. При этом особенностью их функционирования является существенное обострение рыночной конкуренции, ужесточение санкционных ограничений, изменение социальных и экологических условий деятельности. Все это оказывает значительное влияние на устойчивость и конкурентоспособность предприятий, а следовательно, и на электроэнергетическую конкурентоспособность и безопасность государства.

Одним из важнейших направлений адаптации к таким условиям является реализация программ инновационного развития, направленных на создание и внедрение нововведений, обеспечивающих стабильность, а в идеале – рост конкурентоспособности и эффективности предприятий [3; 7; 9; 11; 15; 17]. Наиболее целесообразная форма организации управления при формировании таких программ – инновационные проекты, координирующие

и объединяющие соответствующие материальные и информационные процессы [6; 10; 19].

Сложность задачи создания таких программ и существенные временные, материальные и репутационные издержки, связанные с принятием ошибочных решений, обуславливают необходимость их объективного обоснования [2; 5; 18].

Цель данной статьи – разработка математической модели и алгоритма поддержки принятия решений при формировании программ инновационного развития предприятий электротехнической отрасли машиностроения.

Описание модели

Предлагаемая модель предназначена для формирования программ инновационного развития предприятий электротехнической отрасли машиностроения в ситуации, когда множество программных целей развития четко определено и при этом имеется некоторая совокупность проектов, каждый из которых может обеспечить достижение некоторого подмножества указанных целей. Включение в программу какого-либо из этих проектов связано с необходимостью привлечения некоторого количества соответствующих ресурсов. При этом общее количество ресурсов каждого типа ограничено. Финансовые затраты на привлечение ресурсов одного типа для различных проектов зависят от особенностей каждого проекта и могут существенно отличаться.

Оптимальный вариант программы представляет собой комплекс проектов, позволяющий обеспечить достижение всех поставленных целей инновационного развития с минимальными затратами. Формализация задач такого класса опирается на аппарат классической теории математического программирования [1; 14; 24; 25], но при построении модели также необходимо учитывать неопределенность затрат ресурсов, обусловленную воздействием неконтролируемых факторов [4; 8]. С учетом указанных условий рассматриваемая зада-

ча оптимизации программ инновационного развития предприятий может быть формально представлена в виде дискретной модели математического программирования следующего вида.

Пусть заданы:

- множество $O = \{j\}$, $j = 1, 2, \dots, J$, целей развития (j – идентификатор частной цели, J – общее количество целей инновационного развития предприятия);

- множество $G = \{k\}$, $k = 1, 2, \dots, K$, проектов развития (k – идентификатор частного проекта, K – количество вариантов частных проектов, которые могут быть включены в программу инновационного развития предприятия);

- множество $F = \{F_i\}$, $i = 1, 2, \dots, I$, характеризующее количество ресурсов, которое может быть привлечено для реализации программы инновационного развития (i – идентификатор типа ресурса, I – количество типов ресурсов);

- множество $F_k = \{F_{ik} \dots F_{lk}\}$, $i = \overline{1, I}$, $k = \overline{1, K}$, характеризующее количество ресурсов различных типов, необходимое для реализации k -го проекта развития;

- множество $C = \{p_{ikj}\}$, $i = 1, 2, \dots, I$; $k = 1, 2, \dots, K$; $j = 1, 2, \dots, J$, характеризующее финансовые затраты на привлечение ресурсов i -го типа при реализации k -го частного проекта для достижения j -й цели инновационного развития предприятия.

Требуется определить комплекс проектов, включаемых в программу инновационного развития предприятия:

$$X^* = \|x_{ikj}\|; i = \overline{1, I}; k = \overline{1, K}; j = \overline{1, J}, \quad (1)$$

такой, что

$$P(X^*) = \min_{x_{ikj}} \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J x_{ikj} \cdot p_{ikj} \quad (2)$$

при

$$x_{ikj} \leq z_{kj}, i = \overline{1, I}, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, J}; \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J z_{kj} \geq 1, k = \overline{1, K}; \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{ikj} = F_{ik}, i = \overline{1, I}, k = \overline{1, K}; \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J x_{ikj} \leq F_i, \quad i = \overline{1, I}; \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I x_{ikj} \geq 1, \quad j = \overline{1, J}; \quad (7)$$

где

$$Z_{kj} = \begin{cases} 1, & \text{если } k\text{-й проект может обеспечить достижение} \\ & j\text{-й цели инновационного развития;} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$x_{ikj} = \begin{cases} 1, & \text{если ресурсы } i\text{-го типа и проект } k\text{-го типа} \\ & \text{привлекаются для достижения } j\text{-й цели инновационного} \\ & \text{развития;} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$P(X)$ – суммарные затраты на реализацию программы инновационного развития предприятия.

В этой модели матрица (1) характеризует состав комплекса проектов и затраты ресурсов для достижения целей инновационного развития предприятия.

Условие (2) является критерием оптимальности сформированной программы. Условия (3) и (4) обеспечивают возможность достижения всех целей инновационного развития предприятия. Из условия (5) следует, что включение в программу инновационного развития k -го проекта требует привлечения некоторого количества ресурсов соответствующего вида. Условие (6) устанавливает, что необходимое для достижения целей инновационного развития предприятия количество ресурсов i -го вида не может превышать их общего количества. Условие (7) означает, что проекты и ресурсы, включенные в программу инновационного развития, должны обеспечивать достижение всех поставленных целей. При определении возможных затрат p_{ikj} обычно необходимо учитывать обусловленную воздействием неконтролируемых факторов неопределенность значений этих характеристик. В этом случае затраты могут быть представлены в виде нечетких переменных, задаваемых интервалами их возможных значений [16; 20; 22; 26]. При этом предполагается, что реальные величины затрат

p_{ikj} могут находиться между нижними a_{ikj} и верхними b_{ikj} границами интервалов:

$$a_{ikj} \leq p_{ikj} \leq b_{ikj}, \quad i = \overline{1, I}, \quad k = \overline{1, K}, \quad j = \overline{1, J}. \quad (8)$$

Внутри каждого интервала величины p_{ikj} можно полагать случайными. При этом поскольку распределения случайных величин p_{ikj} , как правило, имеют унимодальный характер, то можно полагать, что их функция распределения имеет следующий вид:

$$F(\alpha, \beta) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} \int_{a_{ikj}}^{b_{ikj}} p_{ikj}^{\alpha-1} (1 - p_{ikj})^{\beta-1} dp_{ikj}, \quad (9)$$

где α, β – параметры распределения;
 $B(\alpha, \beta)$ – бета-функция.

При формировании программы инновационного развития предприятия в качестве оценок величин p_{ikj} могут быть приняты их математические ожидания $\overline{p_{ikj}}$.

При известных a_{ikj} и b_{ikj} математические ожидания величин p_{ikj} определяются соотношением

$$\overline{p_{ikj}} = \frac{3a_{ikj} + 2b_{ikj}}{5}, \quad i = \overline{1, I}; k = \overline{1, K}; j = \overline{1, J}, \quad (10)$$

а при известных a_{ikj} , b_{ikj} и m_{ikj} – соотношением

$$\overline{p_{ikj}} = \frac{a_{ikj} + 4m_{ikj} + b_{ikj}}{6}, \quad i = \overline{1, I}; k = \overline{1, K}; j = \overline{1, J}, \quad (11)$$

где m_{ikj} – мода распределения, которая обычно определяется на основе предыдущего опыта.

С учетом расчетных соотношений (10) и (11) целевая функция (2) принимает следующий вид:

$$\overline{P}(X) = \min_{x_{ikj}} \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J x_{ikj} \overline{p_{ikj}}, \quad (12)$$

где $\overline{P}(X)$ – математическое ожидание величины суммарных затрат в пределах интервала неопределенности $[\hat{a}, \hat{b}]$,

где $\hat{a}$ и $\hat{b}$ – соответственно суммарная нижняя и верхняя границы интервала возможных значений величины $\overline{P}(X)$:

$$\hat{a}(X) = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J a_{ijk} \cdot x_{ijk}^*, \quad (13)$$

$$\hat{b}(X) = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J b_{ijk} \cdot x_{ijk}^*. \quad (14)$$

Поскольку затраты представляют собой сумму случайных величин p_{ijk} , можно предположить, что закон распределения величины $P(X)$ суммарных затрат является нормальным с плотностью распределения

$$f(P) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\overline{D}(X)}} \cdot e^{-\frac{(P(X) - \overline{P}(X))^2}{2\overline{D}(X)}}, \quad (15)$$

где $\overline{D}$ – дисперсия суммарных затрат.

При известных значениях границ a_{ijk} и b_{ijk} дисперсия вычисляется по формуле

$$\overline{D}(X) = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J x_{ijk}^* D_{ijk}, \quad (16)$$

$$\text{где } D_{ijk} = \left(\frac{b_{ijk} - a_{ijk}}{5} \right)^2.$$

Важной характеристикой оценки экономических рисков реализации сформированного варианта программы инновационного развития предприятия является вероятность того, что величина затрат $P(X)$ не превысит некоторое граничное значение $P^*(X)$ [24]. Эта характеристика рассчитывается по формуле:

$$\theta = \int_{-\infty}^{P^*(X)} \frac{1}{\sqrt{2\pi\overline{D}(X)}} \cdot e^{-\frac{(P^*(X) - \overline{P}(X))^2}{2\overline{D}(X)}}. \quad (17)$$

Алгоритм оптимизации программы

Модель (1)–(7) относится к классу NP-сложных моделей дискретного программирования. Точные алгоритмы оптимизации для таких моделей могут быть построены с использованием теоретических подходов, рассмотренных в работе [1]. Однако, учитывая уровень точности исходной информации, представляется целесообразным для решения этой задачи использовать приближенный итерацион-

ный алгоритм последовательного формирования целесообразного варианта программы, схема которого представлена на рисунке.

Для описания алгоритма введем обозначения:

$r = 1, 2, \dots$ – номер итерации;

k^r – идентификатор частного проекта, рассматриваемого на r -й итерации;

X^r – фрагмент программы инновационного развития предприятия, формируемый на r -й итерации;

S^r – множество частных проектов, включенных в рассматриваемый вариант программы X^r на r -й итерации;

G^r – множество типов частных проектов, которые могут быть включены в рассматриваемый вариант программы X^r на r -й итерации;

E^r – множество типов частных проектов, которые не могут быть включены в рассматриваемый вариант программы X^r на r -й итерации;

H^r – множество целей развития, для которых на r -й итерации требуется включение в программу дополнительных проектов.

В блоке 1 формируются исходные данные:

– множество типов проектов $O = \{1, 2, \dots, K\}$;

– множество $F = \{F_i \dots F_I\}, i = \overline{1, I}$;

– множество

$F_k = \{F_{ik} \dots F_{Ik}\}, i = \overline{1, I}, k = \overline{1, K}$;

– множество $O = \{1, 2, \dots, J\}$;

– матрица $Z = \|z_{kj}\|, k = \overline{1, K}; j = \overline{1, J}$;

– затраты $p_{ijk}, i = \overline{1, I}; k = \overline{1, K}; j = \overline{1, J}$.

В блоке 2 формируются составы множеств на соответствующей итерации S^r, G^r, E^r, H^r, F^r . При $r = 1$: $S^r = \emptyset$; $G^r = G$; $H^r = O$; $F^r = F$.

В блоке 3 рассматриваемые частные проекты ранжируются по приоритетам. В качестве критерия ранжирования используется параметр

$$h_k^r = \frac{\sum_{j \in H_k^r} \sum_{i=1}^I F_{ik} p_{ikj}}{\sum_{j \in H_k^r} z_{kj}}, k \in G^r. \quad (19)$$

В блоке 4 осуществляется выбор частных проектов для оценки возможности их включения в формируемый на r -м шаге алгоритма вариант программы X^r . После-

довательность выбора задается вариационным рядом

$$h_{kl}^r \leq h_{kl+1}^r \leq h_{kl+2}^r \dots \leq h_{kl}^R, \quad (20)$$

где l – порядковый номер k -го частного проекта в вариационном ряду ($l=1, 2, \dots$). При этом проект с наименьшим порядковым номером принимается к рассмотрению в первую очередь.

Рис. Схема алгоритма формирования программы инновационного развития электротехнического предприятия

В блоке 5 в соответствии с условиями (5) и (6) выполняется проверка возможности включения рассматриваемого частного проекта в формируемый на r -м шаге алгоритма вариант программы X^r . При выполнении условий осуществляется переход к блоку 7, в противном случае – к блоку 6.

В блоке 6 производится изменение множеств G^r и E^r , для чего полагается, что $k_l^r \notin G^r$ и $k_l^r \in E^r$.

В блоке 7 формируется фрагмент программы развития с учетом выбранных частных проектов, т. е. полагается, что $x_{ijk} = 1$ для всех i , для которых $F_{ik} \geq 0$, $z_{kj} = 1$.

В блоке 8 осуществляется проверка выполнения условия завершения формирования программы.

Если $H_k^r = \emptyset$, то выполняется переход к блоку 9. Если нет, то выполняется переход к блоку 2, в котором:

- полагается $r = r + 1$;
- частный проект k_l^{r-1} , вошедший в фрагмент программы X^{r-1} , из множества G^r исключается и включается в множество S^r ;
- частные цели развития, достигаемые при реализации фрагмента X^{r-1} программы, из множества H^r исключаются;
- проекты k_l^r , которые с учетом ранее сделанных назначений не могут быть

включены в программу, включаются в множество E^r ;

– с учетом привлечения ресурсов для реализации проектов, включенных в формируемый вариант программы на предыдущей итерации, пересчитываются элементы F_i^r множества F^r :

$$F_i^r = F_i^{r-1} - F_{k_l^{r-1}}, i = \overline{1, I}.$$

В блоке 9 определяются затраты на реализацию программы инновационного развития предприятия (значение целевой функции).

В блоке 10 формируются выходные документы, включающие вариант программы X^* и финансовые затраты $P(X^*)$, необходимые для ее реализации.

В целом предлагаемый в статье методический подход к построению математической модели и алгоритма поддержки принятия решений при формировании программ инновационного развития основан на достаточно общих характеристиках решаемой задачи. В связи с этим он может служить теоретической основой для построения конкретных методик оптимизации программ инновационного развития с учетом особенностей различных предприятий электротехнической отрасли машиностроения.

Список литературы

1. Анисимов В. Г., Анисимов Е. Г. Алгоритм ресурсно-временной оптимизации выполнения комплекса взаимосвязанных работ // Вестник Российской таможенной академии. – 2013. – № 1. – С. 080–087.
2. 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.
3. Блау С. Л., Мантусов В. Б., Новиков В. Е., Петров В. С., Тебекин А. В., Тебекин П. А. Управление инновациями. – М.: Российская таможенная академия, 2017.
4. 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.

5. Ведерников Ю. В., Гарькушев А. Ю., Анисимов В. Г., Анисимов Е. Г., Сазыкин А. М. Модели и алгоритмы интеллектуализации автоматизированного управления диверсификацией деятельности промышленного предприятия // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2014. – № 5-6 (71-72). – С. 61–72.
6. Ведерников Ю. В., Матросов В. В., Черныш А. Я. Модели и методы решения задач управления инновационными проектами : монография. – М., 2009.
7. 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. – СПб., 2017.
8. Гапов М. Р., Сауренко Т. Н. Модель поддержки принятия решений при формировании товарной стратегии и производственной программы предприятия // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. – 2016. – № 2. – С. 62–73.
9. Гибадуллин А. А. Модели устойчивого функционирования и развития электроэнергетической отрасли // Вестник Челябинского государственного университета. Экономические науки. – 2019. – № 3 (425). – Вып. 64. – С. 59–66.
10. Ильин И. В. и др. Математические методы и инструментальные средства оценивания эффективности инвестиций в инновационные проекты. – СПб., 2018.
11. Королев В. Г. Проблемы развития электроэнергетики в условиях перехода на инновационный путь развития экономики // Инновации и инвестиции. – 2020. – № 9. – С. 8–12.
12. Лившиц С. А. Электротехническая промышленность в России (экономический аспект) // Вестник современной науки. – 2017. – № 1 (25). – С. 48–50.
13. Мельник Д. А. Исследование особенностей электроэнергетических рынков государств – членов Евразийского экономического союза // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 12-4 (77). – С. 776–781.
14. Новиков В. Е., Останин В. А. Моделирование оптимизационных задач поддержки принятия решений в инновационном менеджменте // Вестник Российской таможенной академии. – 2016. – № 1. – С. 90–98.
15. Петров В. С., Родионова Е. С., Сауренко Т. Н., Тебекин А. В., Тебекин П. А. Теоретические основы управления инновациями. – СПб., 2016.
16. Сауренко Т. Н., Анисимов В. Г., Анисимов Е. Г., Горбатов М. Ю. Концептуальные положения оценки эффективности инновационного развития компании // Экономические стратегии ЕАЭС: проблемы и инновации : сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. – М. : Российский университет дружбы народов, 2019. – С. 217–234.
17. Сауренко Т. Н., Чварков С. В. Экономическая политика в системе национальной безопасности Российской Федерации // Вестник Академии военных наук. – 2017. – № 1 (58). – С. 137–144.
18. Тебекин А. В., Песчанникова Е. Н. Стохастическая модель динамики частных показателей технических инноваций // Журнал исследований по управлению. – 2021. – Т. 7. – № 1. – С. 36–43.
19. 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.
20. Тебекин А. В., Сауренко Т. Н., Анисимов В. Г., Анисимов Е. Г. Модель прогноза стоимости и сроков модернизации промышленных предприятий // Журнал исследований по управлению. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 31–37.

21. Тенденции и проблемы состояния и развития электротехнической промышленности на мировом и российском уровне [Электронный ресурс]. – URL: http://studbooks.net/847400/menedzhment/teoretiko_metodicheskie_osnovy_formirovaniya_gibkoy_organizatsionnoy_struktury_predpriyatiya

22. Чварков С. В., Анисимов В. Г., Анисимов Е. Г., Сауренко Т. Н. Учет неопределенности при формировании планов инновационного развития военно-промышленного комплекса // Актуальные вопросы государственного управления Российской Федерации : сборник материалов круглого стола. – М. : Военная академия генерального штаба вооруженных сил Российской Федерации, Военный институт (Управления национальной обороной), 2018. – С. 17–25.

23. Черныш А. Я., Мельник Д. А. Электроэнергетическая безопасность как системообразующий элемент энергетической и экономической безопасности в системе национальной безопасности Российской Федерации // Современная научная мысль. – 2017. – № 5. – С. 155–162.

24. Anisimov V. G., Anisimov E. G., Saurenko T. N., Sonkin M. A. The Model and the Planning Method of Volume and Variety Assessment of Innovative Products in an Industrial Enterprise // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – Vol. 803. – N 1. – P. 012006.

25. Anisimov V., Anisimov E., Sonkin M. A Resource-and-Time Method to Optimize the Performance of Several Interrelated Operations // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10. – N 17. – P. 38127–38132.

26. Zaychenko I., Grashchenko N., Anisimov V., Saurenko T., Anisimov E., Zhigulin V. Models for Predicting Damage Due to Accidents at Energy Objects and in Energy Systems of Enterprises // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 110. – P. 02041.

27. Zaytseva S. V., Melnik D. A. Energy Security in the Member States of the Eurasian Economic Union in the Electric Power Sector: Legal and Economic Aspects // Energy Law Forum. – 2018. – N 2. – P. 69–73.

References

1. Anisimov V. G., Anisimov E. G. Algoritm resursno-vremennoy optimizatsii vypolneniya kompleksa vzaimosvyazannykh rabot [The Algorithm of Resource-Time Optimization for Carrying-out Complex of Interconnected Jobs]. *Vestnik Rossiyskoy tamozhennoy akademii* [Bulletin of the Russian Customs Academy], 2013, No. 1, pp. 080–087. (In Russ.).

2. Balyasnikov V. V., Vedernikov Yu. V., Anisimov V. G., Anisimov E. G. Model prichinnogo analiza na osnove ispolzovaniya dannykh ob osobykh situatsiyakh [The Model of Causal Analysis on the Basis of Using Data of Special Situations]. *Voprosy oboronnoy tekhniki. Seriya 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeystviya terrorizmu* [Issues of Defense Technology. Series 16: Technical Means of Terrorism Counteracting], 2015, No. 1-2 (79-80), pp. 31–38. (In Russ.).

3. Blau S. L., Mantusov V. B., Novikov V. E., Petrov V. S., Tebekin A. V., Tebekin P. A. Upravlenie innovatsiyami [Innovation Management]. Moscow, the Russian Customs Academy, 2017. (In Russ.).

4. Blau S. L., Novikov V. E., Tebekin A. V. Model podderzhki prinyatiya resheniy pri formirovaniy innovatsionnoy strategii predpriyatiya [The Model of Supporting Decision-Making during Designing Innovation Strategy of the Enterprise]. *Ekonomika selskogo khozyaystva Rossii* [Agriculture Economy in Russia], 2016, No. 3, pp. 53–59. (In Russ.).

5. Vedernikov Yu. V., Garkushev A. Yu., Anisimov V. G., Anisimov E. G., Sazykin A. M. Modeli i algoritmy intellektualizatsii avtomatizirovannogo upravleniya diversifikatsiey deyatelnosti promyshlennogo predpriyatiya [Models and Algorithms for Intellectualization of Automated Management of Industrial Enterprise Diversification]. *Voprosy oboronnoy tekhniki*.

Seriya 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeystviya terrorizmu [Issues of Defense Technology. Series 16: Technical Means of Terrorism Counteracting], 2014, No. 5-6 (71-72), pp. 61-72. (In Russ.).

6. Vedernikov Yu. V., Matrosov V. V., Chernysh A. Ya. *Modeli i metody resheniya zadach upravleniya innovatsionnymi proektami, monografiya* [Models and Methods of Resolving Problems of Innovation Process Management, monograph]. Moscow, 2009. (In Russ.).

7. Gapov M. R., Rodionova E. S., Saurenko T. N., Silkina G. Yu., Tebekin A. V. *Strategicheskoe upravlenie innovatsionnoy deyatel'nostyu: analiz, planirovanie, modelirovanie, prinyatiya resheniy, organizatsiya, otsenka* [Strategic Management of Innovation Activity: Analysis, Planning, Modeling, Decision-Making, Organization, Appraisal]. Saint Petersburg, 2017. (In Russ.).

8. Gapov M. R., Saurenko T. N. *Model podderzhki prinyatiya resheniy pri formirovani tovarnoy strategii i proizvodstvennoy programmy predpriyatiya* [The Model of Supporting Decision-Making during Developing Product Strategy and Production Program at the Enterprise]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of the Russian University of Peoples' Friendship. Series: Economics], 2016, No. 2, pp. 62-73. (In Russ.).

9. Gibadullin A. A. *Modeli ustoychivogo funktsionirovaniya i razvitiya elektroenergeticheskoy otrasli* [Models of Sustainable Functioning and Development of Electric Power Industry]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskie nauki* [Bulletin of the Chelyabinsk State University. Economics], 2019, No. 3 (425), Issue 64, pp. 59-66. (In Russ.).

10. Ilin I. V. et al. *Matematicheskie metody i instrumentalnye sredstva otsenivaniya effektivnosti investitsiy v innovatsionnye proekty* [Mathematic Methods and Instrumental Means to Estimate the Efficiency of Investment into Innovation Projects]. Saint Petersburg, 2018. (In Russ.).

11. Korolev V. G. *Problemy razvitiya elektroenergetiki v usloviyakh perekhoda na innovatsionnyy put razvitiya ekonomiki* [Challenges of Developing Electric Power Industry during Passing-over to Innovation Way of Economy Development]. *Innovatsii i investitsii* [Innovation and Investment], 2020, No. 9, pp. 8-12. (In Russ.).

12. Livshits S. A. *Elektrotekhnicheskaya promyshlennost v Rossii (ekonomicheskiy aspekt)* [Electro-Technical Industry in Russia (Economic Aspect)]. *Vestnik sovremennoy nauki* [Bulletin of Today's Science], 2017, No. 1 (25), pp. 48-50. (In Russ.).

13. Melnik D. A. *Issledovanie osobennostey elektroenergeticheskikh rynkov gosudarstv – chlenov Evraziyskogo ekonomicheskogo soyuza* [Studying Peculiarities of Electric Power Markets in Country-Members of the Eurasian Economic Union]. *Ekonomika i predprinimatelstvo* [Economics and Entrepreneurship], 2016, No. 12-4 (77), pp. 776-781. (In Russ.).

14. Novikov V. E., Ostanin V. A. *Modelirovanie optimizatsionnykh zadach podderzhki prinyatiya resheniy v innovatsionnom menedzhmente* [Modeling Optimization Tasks of Supporting Decision-Making in Innovation Management]. *Vestnik Rossiyskoy tamozhennoy akademii* [Bulletin of the Russian Customs Academy], 2016, No. 1, pp. 90-98. (In Russ.).

15. Petrov V. S., Rodionova E. S., Saurenko T. N., Tebekin A. V., Tebekin P. A. *Teoreticheskie osnovy upravleniya innovatsiyami* [Theoretical Foundation of Innovation Management]. Saint Petersburg, 2016. (In Russ.).

16. Saurenko T. N., Anisimov V. G., Anisimov E. G., Gorbatov M. Yu. *Kontseptualnye polozheniya otsenki effektivnosti innovatsionnogo razvitiya kompanii* [Conceptual Provisions for Assessing the Efficiency of Company Innovation Development]. *Ekonomicheskie strategii EAES: problemy i innovatsii, sbornik materialov II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Economic Strategies EAEU: Challenges and Innovation: collection of materials of the

2nd Russian Conference]. Moscow, the Russian University of Peoples' Friendship, 2019, pp. 217–234. (In Russ.).

17. Saurenko T. N., Chvarkov S. V. Ekonomicheskaya politika v sisteme natsionalnoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii [Economic Policy in the System of National Security of the Russian Federation]. *Vestnik Akademii voennykh nauk* [Bulletin of the Defense Science Academy], 2017, No. 1 (58), pp. 137–144. (In Russ.).

18. Tebekin A. V., Peschannikova E. N. Stokhasticheskaya model dinamiki chastnykh pokazateley tekhnicheskikh innovatsiy [Stochastic Model of the Dynamics of Technical Innovation Certain Indicators]. *Zhurnal issledovaniy po upravleniyu* [Journal on Management Research], 2021, Vol. 7, No. 1, pp. 36–43. (In Russ.).

19. Tebekin A. V., Saurenko T. N., Anisimov V. G., Anisimov E. G. Metodicheskiy podkhod k modelirovaniyu protsessov formirovaniya planov innovatsionnogo razvitiya predpriyatiy [Methodological Approach to Modeling Processes of Making Plans of Enterprise Innovation Development]. *Zhurnal issledovaniy po upravleniyu* [Journal on Management Research], 2019, Vol. 5, No. 1, pp. 65–72. (In Russ.).

20. Tebekin A. V., Saurenko T. N., Anisimov V. G., Anisimov E. G. Model prognoza stoimosti i srokov modernizatsii promyshlennykh predpriyatiy [The Model of Forecasting Cost and Term of Industrial Enterprise Modernization]. *Zhurnal issledovaniy po upravleniyu* [Journal on Management Research], 2019, Vol. 5, No. 3, pp. 31–37. (In Russ.).

21. Tendentsii i problemy sostoyaniya i razvitiya elektrotekhnicheskoy promyshlennosti na mirovom i rossiyskom urovne [Trends and Difficulties in Standing and Development of Electric-Technical Industry on Global and Russian Level] [E-resource]. (In Russ.). Available at: http://studbooks.net/847400/menedzhment/teoretiko_metodicheskie_osnovy_formirovaniya_gibkoy_organizatsionnoy_struktury_predpriyatiya

22. Chvarkov S. V., Anisimov V. G., Anisimov E. G., Saurenko T. N. Uchet neopredelennosti pri formirovanii planov innovatsionnogo razvitiya voenno-promyshlennogo kompleksa [Taking into Account the Uncertainty during Making Plans of Innovation Development of Military-Industrial Complex]. *Aktualnye voprosy gosudarstvennogo upravleniya Rossiyskoy Federatsii : sbornik materialov kruglogo stola* [Acute Issues of State Governance in the Russian Federation: collection of materials of the round table discussion]. Moscow, the Military Academy of the General Staff of the Russian Federation Military Forces, Military Institute (National Defense Administration), 2018, pp. 17–25. (In Russ.).

23. Chernysh A. Ya., Melnik D. A. Elektroenergeticheskaya bezopasnost kak sistemoobrazuyushchiy element energeticheskoy i ekonomicheskoy bezopasnosti v sisteme natsionalnoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii [Electric Power Security as System-Forming Element of Power and Economic Security in the System of National Security of the Russian Federation]. *Sovremennaya nauchnaya mysl* [Current Scientific Thought], 2017, No. 5, pp. 155–162. (In Russ.).

24. Anisimov V. G., Anisimov E. G., Saurenko T. N., Sonkin M. A. The Model and the Planning Method of Volume and Variety Assessment of Innovative Products in an Industrial Enterprise. *Journal of Physics: Conference Series*, 2017, Vol. 803, No. 1, p. 012006.

25. Anisimov V., Anisimov E., Sonkin M. A Resource-and-Time Method to Optimize the Performance of Several Interrelated Operations. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2015, Vol. 10, No. 17, pp. 38127–38132.

26. Zaychenko I., Grashchenko N., Anisimov V., Saurenko T., Anisimov E., Zhigulin V. Models for Predicting Damage Due to Accidents at Energy Objects and in Energy Systems of Enterprises. *E3S Web of Conferences*, 2019, Vol. 110, p. 02041.

27. Zaytseva S. V., Melnik D. A. Energy Security in the Member States of the Eurasian Economic Union in the Electric Power Sector: Legal and Economic Aspects. *Energy Law Forum*, 2018, No. 2, pp. 69–73.

Сведения об авторах

Владимир Георгиевич Анисимов

доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки Российской
Федерации, профессор
Санкт-Петербургского политехнического
университета Петра Великого.
Адрес: ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра
Великого», 195251, Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, д. 29
E-mail: an-33@yandex.ru

Евгений Георгиевич Анисимов

доктор военных наук, доктор технических
наук, профессор, заслуженный деятель науки
Российской Федерации, профессор
РУДН.
Адрес: ФГАОУ ВО «Российский
университет дружбы народов»,
117198, Москва,
ул. Миклухо-Маклая, д. 6.
E-mail: anis.an-33@yandex.ru

Анатолий Яковлевич Черныш

доктор военных наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы
Российской Федерации,
заместитель главного конструктора
по АСУ АО «РТИ».
Адрес: АО «РТИ»,
127083, Москва,
ул. 8 Марта, д. 10, стр. 1.
E-mail: achernysh@aorti.ru

Дарья Александровна Мельник

советник отдела электроэнергетической
и атомной политики
Департамента энергетики
Евразийской экономической комиссии.
Адрес: Евразийская экономическая комиссия,
115114, Москва, ул. Летниковская,
д. 2, стр. 2, корп. «С».
E-mail: d.melnik@eecommission.org

Information about the authors

Vladimir G. Anisimov

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Honored Scientist of the Russian Federation,
Professor of the Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University.
Address: Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University,
29 Politekhnikeskaya Str.,
Saint Petersburg,
195251, Russian Federation.
E-mail: an-33@yandex.ru

Evgeniy G. Anisimov

Doctor of Military Sciences, Doctor
of Technical Sciences, Professor,
Honored Scientist of the Russian Federation,
Professor of the PFUR.
Address: Peoples' Friendship University
of Russia, 6 Miklukho-Maklaya Str.,
Moscow, 117198,
Russian Federation.
E-mail: anis.an-33@yandex.ru

Anatoliy Ya. Chernysh

Doctor of Military Sciences, Professor,
Honored Worker of Higher Education
of the Russian Federation, Deputy Chief
Designer for AS of the JSC "RTI".
Address: Concern Radio-Technical
and Information Systems, 1 building,
10 March 8 Str., Moscow, 127083,
Russian Federation.
E-mail: achernysh@aorti.ru

Darya A. Melnik

Counsellor of the Department of Electric
Power and Nuclear Policy of the Department
of Energy of the Eurasian Economic
Commission.
Address: Eurasian Economic Commission,
"C" building, 2 structure, 2 Letnikovskaya Str.,
Moscow, 115114, Russian Federation.
E-mail: d.melnik@eecommission.org