

УДК 65

DOI: 10.34670/AR.2023.47.86.009

Верификация научно-методического аппарата повышения эффективности управления промышленными предприятиями радиоэлектронного кластера при реализации мобилизационных мероприятий

Сахненко Сергей Степанович

Соискатель,
Центральный научно-исследовательский институт экономики,
информатики и систем управления,
123104, Российская Федерация, Москва, б-р Тверской, 7;
e-mail: val_z@bk.ru

Аннотация

В статье представлены результаты проверки работоспособности разработанного автором научно-методического аппарата. Указывается на то, что внедрение комплексной системы регламентного технического обслуживания и ремонта комплекса объектов мобилизационного назначения радиоэлектронного кластера в систему управления предприятия является эффективным ввиду снижения планового времени проведения регламентного технического обслуживания и ремонта комплекса объектов мобилизационного назначения, что позволяет добиться существенного роста уровня технической готовности данных объектов. В результате перестроения производственных процессов, основанных на производственно-технологической гомогенности, произведены расчеты оптимального соотношения производства продукции военного и гражданского назначения в условиях постоянства производственных мощностей. Увеличение объема производства продукции гражданского назначения обеспечивает рост прибыли. Делается вывод о том, что разработанный научно-методический аппарат может принести технический эффект в виде поддержания высокой технической готовности комплексов объектов мобилизационного назначения и экономический эффект, получаемый за счет внедрения комплексной системы регламентного технического обслуживания и ремонта и направления его на модернизацию производственных мощностей для производства продукции и технологий двойного назначения на предприятиях радиоэлектронной промышленности.

Для цитирования в научных исследованиях

Сахненко С.С. Верификация научно-методического аппарата повышения эффективности управления промышленными предприятиями радиоэлектронного кластера при реализации мобилизационных мероприятий // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 1А. С. 81-94. DOI: 10.34670/AR.2023.47.86.009

Ключевые слова

Радиоэлектронная промышленность, мобилизационная подготовка, эффективность управления предприятием, регламентное техническое обслуживание и ремонт, технологии двойного назначения.

Введение

Вооружение, военная и специальная техника (далее – ВВСТ) и компонентная база, необходимая для их производства, являются неотъемлемой частью системы обеспечения военной безопасности. Данный вопрос имеет важное стратегическое значение с позиции системного подхода. Именно ВВСТ выступает фундаментом обороны страны, и то, насколько оно будет высокотехнологичным, напрямую зависит от уровня развития научно-производственного комплекса страны и собственно производства [Чеботарев и др., 2019; Чеботарев, Доброва, 2018].

Результаты исследования и их обсуждение

Предприятия радиоэлектронной промышленности, входящие в структуру радиоэлектронного кластера (далее – РЭК), не являются исключением ввиду преимущественной их ориентации на выполнение государственного оборонного заказа (далее – ГОЗ), а также заданий, возложенных на них в особый период – период ведения боевых действий, заключающихся в непосредственном переводе производства на «военные рельсы» из-за ввода в эксплуатацию комплекса объектов мобилизационного назначения (далее – КОМН), что позволяет в достаточно короткий промежуток времени нарастить производство ВВСТ, необходимых для удовлетворения военно-экономических потребностей вооруженных сил или иных ведомств силового блока страны.

Вместе с тем вызовы и угрозы внутреннего и внешнего характера являются плавающими, поэтому и предприятия РЭК должны быть гибкими и способными реагировать на изменение рыночной конъюнктуры как в военной сфере, переориентируя производство на выпуск продукции военного назначения, так и в гражданской сфере, осуществляя производство продукции для гражданских отраслей промышленности [Кохно, Чеботарев, 2015; Чеботарев, Голубев, 2017]. Выполнение подобной задачи при условии, что производственные мощности в краткосрочном периоде остаются неизменными, на практике реализовать достаточно сложно [Батьковский и др., 2019].

Для решения вопроса об одновременном производстве продукции военного и гражданского назначения следует наладить выпуск схожей по технологии, производственному оборудованию и производственным процессам продукции. При этом максимальная загрузка производственных мощностей, входящих в состав КОМН предприятий оборонно-промышленного комплекса (далее – ОПК), одновременно задействованных в текущем производстве для гражданской и военной сфер, при условии высокого спроса может приближаться к ста процентам. Указанные значения ведут к утрате производственного потенциала предприятий, реализующих мероприятия мобилизационной подготовки.

Износ оборудования при такой организации управления производственным процессом потребует создания дополнительных условий по обновлению КОМН, перестройки системы технического обслуживания и ремонта для поддержания его в высокой степени технической готовности к развертыванию в военное время. Кроме того, низкий производственный потенциал (полное использование КОМН в текущем производстве) не гарантирует реагирование на изменение спроса на продукцию гражданского назначения [Вертакова, Харченко, Железняков, 2010].

Как следствие, немаловажным аспектом в данной сфере является совершенствование

системы управления высокотехнологичными предприятиями РЭК, реализующими мероприятия мобилизационной подготовки, в том числе при их диверсификации [Викулов, 2015; Глебова, Грачева, Симонов, 2019].

Исходя из данных обстоятельств, для принятия решений при управлении предприятиями РЭК автором предложена модель управления промышленными предприятиями РЭК, входящая в систему более высокого порядка – научно-методический аппарат повышения эффективности управления промышленными предприятиями РЭК при реализации мероприятий мобилизационной подготовки. Модель функционирует на основе внедрения в нее комплексной системы (далее – КС) регламентного технического обслуживания (далее – РТО) и ремонта КОМН РЭК (далее – Р КОМН РЭК).

Проведем проверку работоспособности разработанного научно-методического аппарата который, по мнению автора, может принести технический эффект в виде поддержания высокой технической готовности КОМН и экономический эффект, получаемый за счет внедрения КС РТО и Р КОМН РЭК и направления его на модернизацию производственных мощностей для производства продукции и технологий двойного назначения. Поскольку модель управления опирается на статистические данные, введем их для расчетов (табл. 1-2).

Таблица 1 - Временные показатели нахождения производственных мощностей ХК АО «ОПК» по результатам инвентаризации производственных мощностей за 2016-2020 гг.

Укрупненная группа производственного оборудования, входящего в КОМН	Время нахождения элементов КОМН в технически неисправном состоянии, ч					Общее время нахождения КОМН в неисправном состоянии, ч	Общее количество неисправностей на КОМН за 5 лет	Среднее время устранения неисправностей на КОМН, ч
	2016	2017	2018	2019	2020			
Металлургическое производство	98	102	67	96	72	435	441	0,99
Производство оптических материалов и оптических сред	102	112	123	98	107	542	380	1,43
Литейное производство	96	76	123	54	119	468	320	1,46
Кузнечно-прессовое производство	80	68	95	63	131	437	296	1,48
Механообрабатывающее производство	67	75	78	95	109	424	340	1,25
Изготовление оптических деталей	87	36	73	86	69	351	356	0,99
Быстрое прототипирование и изготовление деталей на основе аддитивных технологий	109	82	111	83	89	474	364	1,30
Химическое производство	63	75	79	86	78	381	344	1,11
Гальванохимическое производство	64	77	92	51	85	369	408	0,90
Термическое и химико-термическое производство	25	34	45	31	48	183	296	0,62
Нанесение защитных покрытий	67	123	64	89	93	436	340	1,28
Производство и переработка пластмасс, полимерных материалов, резинотехнических изделий	78	54	71	83	69	355	352	1,01
Изоляционное производство	69	86	56	49	79	339	261	1,30

Укрупненная группа производственного оборудования, входящего в КОМН	Время нахождения элементов КОМН в технически неисправном состоянии, ч					Общее время нахождения КОМН в неисправном состоянии, ч	Общее количество неисправностей на КОМН за 5 лет	Среднее время устранения неисправностей на КОМН, ч
	2016	2017	2018	2019	2020			
Производство изделий из керамики и ферритов	66	57	82	39	71	315	326	0,97
Производство композиционных материалов, конструкций и изделий из них	72	48	36	43	68	267	280	0,95
Производство электронных компонентов	41	54	67	51	62	275	332	0,83
Производство электроэлементов (моточных изделий)	32	30	65	41	48	216	248	0,87
Производство оптоэлектронных компонентов	52	36	73	63	45	269	360	0,75
Производство печатных плат	79	82	111	68	71	411	212	1,94
Сборочно-сварочное производство	54	37	52	52	39	234	340	0,69
Сборочно-монтажное производство и наладка радиоэлектронных приборов и комплексов	62	65	42	32	43	244	364	0,67
Сборочное производство машиностроительной продукции	23	54	86	78	51	292	284	1,03
Деревообрабатывающее и тарное производство	56	28	51	85	49	269	456	0,59
Инструментальное производство	41	57	33	41	31	203	348	0,58
Производство нестандартного оборудования и спецоснастки	76	63	42	98	107	386	340	1,14
Погрузочно-разгрузочные работы и складское хозяйство	38	86	78	54	119	375	444	0,84
Ремонтно-механические работы	32	51	85	26	31	225	360	0,63
Контроль и измерения, метрологическое обеспечение	35	61	19	39	31	185	212	0,87
Энергетическое и холодильное хозяйство	49	46	41	42	86	264	340	0,78
Транспортное хозяйство	39	37	98	107	76	357	284	1,26
Заводские и полигонные испытания	80	28	54	119	34	315	373	0,84
Сумма	1932	1920	2192	2042	2210	10 296	10 401	

По статистическим данным следует определить среднее количество неисправностей, возникающих на k -х объектах КОМН за j -й период:

$$\bar{x}_{kj} = \frac{\sum_{k=1}^n x_{kj}}{n} = \frac{10401}{155} = 67,1 \quad (1)$$

Определим среднее время восстановления КОМН:

$$\bar{\tau}_{kjвр}^{ср} = \frac{\sum_{k=1}^K \tau_k/n}{\bar{x}_1} = \frac{10296/155}{67,1} = 0,99, \quad (2)$$

где τ_k – время нахождения k -го объекта КОМН в неисправном состоянии.

Если принять во внимание, что отказы могут случаться в любой момент времени, то среднее количество отказов в сутки будет находиться по формуле:

$$\overline{x_{kj1}} = \frac{\overline{x_{kj}}}{365} = \frac{67,1}{365} = 0,19, \quad (3)$$

т. е. в сутки приходится менее одного отказа с понижением каждого из элементов КОМН около получаса.

Особое значение имеет нахождение финальных вероятностей системы. Поскольку среднее время обслуживания $\overline{\tau}_{ikврj}^{cp}$ обратно по величине интенсивности восстановления, то имеем:

$$p = \overline{x_{kj1}} * \overline{\tau}_{kjвр}^{cp} = 0,19 * 0,99 = 0,19, \quad (4)$$

где p – приведенная интенсивность потока отказов на КОМН (интенсивность загрузки канала обслуживания), выражающая среднее число заявок, приходящее за среднее время обслуживания одной заявки.

Поскольку $p < 1$, то очередь из возникающих неисправностей не может возрастать и предельные вероятности существуют.

Вероятность того, что канал обслуживания свободен, найдем по зависимости:

$$p_0 = 1 - p = 1 - 0,19 = 0,812 \quad (5)$$

Определим вероятность того, что канал занят:

$$P_{зан} = 1 - p_0 = 1 - 0,81 = 0,19 \quad (6)$$

Следовательно, если $p < 1$, т. е. среднее число заявок в виде неисправностей меньше среднего числа обслуженных заявок в единицу времени. Кроме того, это означает, что если КС РТО и Р КОМН справляется с потоком заявок, то наиболее вероятным будет отсутствие заявок в системе.

Среднее число заявок в системе $L_{сист.}$ (при $p < 1$) определим по следующей зависимости:

$$L_{сист.} = \frac{p}{(1-p)} = \frac{0,19}{1-0,19} = 0,23 \quad (7)$$

Для дальнейшего определения среднего числа заявок в очереди $L_{оч.}$, необходимо определить среднее число заявок под обслуживанием $L_{об.}$:

$$L_{об.} = P_{зан} = p = 0,19 \quad (8)$$

$$L_{оч.} = L_{сист.} - L_{об.} = 0,23 - 0,19 = 0,04 \quad (9)$$

Определим среднее время пребывания заявки в системе РТО:

$$T_{сист.} = \frac{p}{\overline{x_{kj1}}(1-p)} = \frac{0,19}{0,19(1-0,19)} = 1,2 \text{ ч} \quad (10)$$

Тогда среднее время пребывания неисправности в очереди $T_{оч.}$ составляет:

$$T_{оч.} = \frac{p^2}{\overline{x_{kj1}}(1-p)} = 0,23 \text{ ч} \quad (11)$$

Исходя из полученных значений, можно сделать вывод о том, что очереди в обслуживании в системе не наблюдается. При каждом факте незагруженности канала обслуживания на одном из элементов КОМН при устранении внезапно возникающих отказов (внеплановых работ) в рамках рабочего времени специалистов и степени загрузки каналов обслуживания за один выезд выполняются плановые работы по РТО.

Для дальнейшего нахождения показателя технической готовности КОМН – комплексного показателя надежности производственного оборудования [Глебова, Грачева, Симонов, 2019; Кремер и др., 1997; Мицель, 2016, ч. 1; Ширшиков, Лянденбургский, Белоковыльский, 2015] для штатного и альтернативного методов следует определить фактическое время возможной загрузки расчета $\tau_{1\text{рто комн}}^{\phi}$ по выполнению РТО на одном из предприятий РЭК при среднем потоке неисправностей \bar{x}_{kj} :

$$\tau_{1\text{рто комн}}^{\phi} = \tau_{\text{норм}} - P_{\text{зан}} * \tau_{\text{норм}} = 8 - 8 * 0,19 = 6,45 \text{ ч} \quad (12)$$

Фактически возможное время загрузки выездных бригад по выполнению операций технического обслуживания и ремонта составляет около шести с половиной часов, в пересчете на год это значение достигает:

$$\tau_{\text{рто комн}j}^{\phi} = \tau_{1\text{рто комн}}^{\phi} * 365 = 6,45 * 365 = 2354 \text{ ч} \quad (13)$$

Таблица 2 - Исходные данные

№ п/п	Параметр	Обозначение	Значение параметра
1	Суммарное время эксплуатации КОМН, включая время, в течение которого оборудование не может использоваться по прямому назначению, сут.	$T_{\text{мр}}$	365
2	Нормированное время, при котором расчеты могут быть фактически задействованы, ч	$\tau_{\text{норм}}$	8
3	Среднее количество рабочих дней в месяце, сут.	n_m	21
4	Время следования к месту проведения работ и обратно, сут.	t_d	3
5	Плановые сроки проведения РТО, сут.	$\tau_{\text{рто кс рто и р комн}}^{i \text{ пл}}$	30
6	Доля затрат, выделяемых на финансирование мероприятий по поддержанию не используемых (частично используемых) в текущем производстве (законсервированных) мобилизационных мощностей и объектов, предназначенных для производства (ремонта) вооружения, военной техники	ε	0,3
7	Затраты на техническое обслуживание и ремонт в интересах поддержания технологического оборудования и специальной технологической оснастки в состоянии высокой мобилизационной готовности (ремонт и обслуживание производственных активов (услуги, материалы, запчасти)), тыс. руб.	$C_{\text{эсс Б2016}}$	43 532,31
		$C_{\text{эсс Б2017}}$	45 823,49
		$C_{\text{эсс Б2018}}$	48 235,25
		$C_{\text{эсс Б2019}}$	50 773,95
		$C_{\text{эсс Б2020}}$	53 446,26

Автор понимает, что данные значения являются усредненными и могут отличаться, что в конечном итоге может не привести к идеальному желаемому эффекту – полному выполнению операций РТО в период устранения неисправностей на объектах КОМН, исключая плановое

понижение готовности производственного оборудования к выполнению задач. Поэтому задача состоит в оптимальной технической и экономической максимизации эффекта от подобного сочетания работ, но не в исчерпывающем исполнении всего перечня операций, предусмотренных эксплуатационной документацией на КОМН. По исходным данным эмпирических наблюдений и бухгалтерской отчетности проведем расчеты каждого из показателей, включенных в комплексный критерий эффективности управления промышленными предприятиями РЭК.

Производство РТО в период внепланового понижения технической готовности КОМН способствует снижению времени дальнейшего планового понижения готовности производственных мощностей ввиду того, что большая часть работ может быть выполнена в период внеплановых понижений технической готовности за счет применения M_a .

Проведем расчеты $K_{ТГМП}$ за период $T_{mp}=365$ для штатного $M_{шт}$ и альтернативного M_a методов. Плановый период проведения РТО для КОМН составляет 30 суток:

$$K_{ТГМП}(T_{mp2016})_{M_a} = \left(1 - \frac{\tau_{рто\text{ КС РТО и Р КОМН}}^{i\text{ пл}} - \left(\frac{\tau_{1рто\text{ КОМН}}^{\phi} * x_i}{24} * \frac{x_i}{365} * n_m \right) - t_d}{T_{mp}} \right) * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \tau_{k\text{ i время\text{ восст}}}}{24} \right) =$$

$$\left(1 - \frac{30 - \left(\frac{6,45}{24} * \frac{2135}{365} * 21 \right) - 3}{365} \right) * \left(1 - \frac{1932}{365} \right) = 0,996 * 0,78 = 0,776, (14)$$

где $\tau_{рто\text{ КС РТО и Р КОМН}}^{i\text{ пл}}$ – плановое время на выполнение мероприятий РТО и Р КОМН РЭК;

$\sum_{i=1}^k \tau_{k\text{ i время\text{ восст}}}$ – общее количество времени, затраченное органами РТО и Р КОМН на устранение неисправностей k -го элемента КОМН i -го промышленного предприятия РЭК за время его нахождения в мобилизационном резерве T_{mp} ;

T_{mp} – суммарное время нахождения элементов КОМН в мобилизационном резерве, в том числе время, когда элемент КОМН не использовали по назначению.

$$K_{ТГМП}(T_{mp2016})_{M_{шт}} = 0,72$$

$$K_{ТГМП}(T_{mp2017})_{M_a} = 0,784$$

$$K_{ТГМП}(T_{mp2017})_{M_{шт}} = 0,716$$

$$K_{ТГМП}(T_{mp2018})_{M_a} = 0,74$$

$$K_{ТГМП}(T_{mp2018})_{M_{шт}} = 0,687$$

$$K_{ТГМП}(T_{mp2019})_{M_a} = 0,767$$

$$K_{ТГМП}(T_{mp2019})_{M_{шт}} = 0,707$$

$$K_{ТГМП}(T_{mp2020})_{M_a} = 0,749$$

$$K_{ТГМП}(T_{mp2020})_{M_{шт}} = 0,689$$

По результатам расчетов коэффициента технической готовности мобилизационной подготовки предприятия ($K_{ТГМП}$) за период 2016-2020 гг. можно сделать вывод о том, что использование альтернативного метода РТО и Р КОМН РЭК (т. е. совмещения операций технического обслуживания и ремонта) при условии $P_{зан} < 1$ приводит к реальному техническому эффекту.

Итак, в соответствии с комплексным критерием эффективности управления промышленными предприятиями РЭК за счет использования КС РТО и Р КОМН РЭК автору

удалось добиться существенного роста уровня технической готовности КОМН. Прирост варьируется в пределах 7,7-9,4%, что, по мнению автора, является достаточно хорошим показателем (выше уровня статистической погрешности).

Перейдем к установлению значений экономического эффекта от применения модели управления промышленными предприятиями РЭК на основе внедрения КС РТО и Р КОМН РЭК.

Проведем расчет фактических и плановых затрат на РТО И Р КОМН РЭК в j-м периоде для каждого из методов по одному из предприятий, входящего в РЭК. По результатам расчетов можно спрогнозировать потенциальный эффект и другие предприятия ввиду того, что выборка по отказам производственного оборудования, входящего в КОМН, осуществлялась по всем предприятиям РЭК. Расчеты произведем по АО «Алмаз», входящему в состав дивизиона «Проектирование и производство средств связи».

Расчеты для M_a :

$$\overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_a)2016} = \varepsilon * C_{\text{эсс Б}} - 0,1 * \frac{\tau_{\text{РТО КС РТО И Р КОМН}}^{i \text{ пл}} - \left(\frac{\tau_{\text{РТО КОМН}}^{\text{ф}}}{24} * \frac{x_i}{365} * n_m \right) - t_{\text{д}}}{\tau_{\text{РТО КС РТО И Р КОМН}}^{i \text{ пл}}} * \varepsilon * C_{\text{эсс Б}} = 0,3 * 43 532,31 - 0,1 * 0,96 * 0,3 * 43 532,310 = 11 792,9 \text{ тыс. руб. (15)}$$

$$\overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_a)2017} = 12 454,8 \text{ тыс. руб.}$$

$$\overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_a)2018} = 13 211,6 \text{ тыс. руб.}$$

$$\overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_a)2019} = 13 785,1 \text{ тыс. руб.}$$

$$\overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_a)2020} = 14 478,6 \text{ тыс. руб.}$$

Расчеты для $M_{\text{шт}}$:

$$\overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_{\text{шт}})2016} = 0,3 * 43 532,31 = 13 059,69 \text{ тыс. руб.}$$

$$\overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_{\text{шт}})2017} = 0,3 * 45 823,49 = 13 747,05 \text{ тыс. руб.}$$

$$\overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_{\text{шт}})2018} = 0,3 * 48 235,25 = 14 470,57 \text{ тыс. руб.}$$

$$\overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_{\text{шт}})2019} = 0,3 * 50 773,95 = 15 232,18 \text{ тыс. руб.}$$

$$\overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_{\text{шт}})2020} = 0,3 * 53 446,26 = 16 033,88 \text{ тыс. руб.}$$

Определим фактическую экономию финансовых ресурсов Δ_j за j-й период после внедрения в процесс управления предприятия КС РТО и Р КОМН в сочетании с уточненной экономической моделью контракта со стимулирующей выплатой.

$$\Delta_{2016} = \overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_{\text{шт}})} - \overline{C_{\text{РТО И Р КОМН}}^{\text{КС РТО И Р КОМН}}}_{\text{РТО}(M_a)} = 13 059,69 - 11 792,9 = 1 266,79 \text{ тыс. руб. (16)}$$

$$\Delta_{2017} = 1292,25 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Delta_{2018} = 1258,97 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Delta_{2019} = 1447,08 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Delta_{2020} = 1555,28 \text{ тыс. руб.}$$

Абсолютные значения фактически сэкономленных денежных средств составляют от 1266,79 до 1555,28 тыс. руб. для одного предприятия.

Проведем проверку полученных показателей по комплексному критерию эффективности

управления промышленными предприятиями РЭК, включающему показатели времени, стоимости и достигаемого эффекта (результата) [Батьковский и др., 2019; Викулов, 2015]:

$$K_{\text{ггМП}}(T_{\text{мрj}})_{M_a} > K_{\text{ггМП}}(T_{\text{мрj}})_{M_{\text{шт}}}$$

при $\overline{C_{\text{jрто}}^{\text{КС РТО и Р КОМН}}(M_a)} \leq \overline{C_{\text{jрто}}^{\text{КС РТО и Р КОМН}}(M_{\text{шт}})}$; $\tau_{\text{рто комн}}^{\text{ф}} \leq \tau_{\text{рто КС РТО и Р КОМН}}^{\text{i пл}}$ (17)

Комплексный критерий эффективности соблюдается по всему исследуемому периоду, свидетельствуя о верном векторе корректировки системы управления предприятиями РЭК, реализующими мероприятия мобилизационной подготовки.

Итак, результаты расчеты позволяют сделать вывод о том, что внедрение КС РТО и Р КОМН РЭК обеспечивает не только достижение прироста уровня технической готовности производственных мощностей за счет снижения плановых понижений и технической готовности, но и получение экономического эффекта.

По замыслу автора, экономический эффект, полученный от внедрения КС РТО и Р КОМН РЭК, следует направлять на модернизацию производственных мощностей в интересах обновления производственного оборудования и достижения одной из главных целей всего РЭК – доведение доли производства продукции гражданского назначения к 2030 г. до уровня 65%.

Введем исходные данные для проведения расчетов оптимального соотношения продукции военного и гражданского назначения (табл. 3).

Таблица 3 - Исходные данные для расчетов

Параметр	Обозначение	Год				
		2016	2017	2018	2019	2020
Количество единиц продукции, производимое для удовлетворения текущих потребностей ВС в современном ВВСТ в j-м периоде с учетом зарезервированных производственных мощностей в мирное время в соответствии с мобилизационным заданием в рамках ГОЗ, ед.	$X_{\text{факт } sij}$	10 621	11 339	13 335	15 046	16 342
Фактическое количество s-й гражданской продукции, которое производит i-е предприятие ОПК с учетом производственно-технологической однородности, ед. (около 11%)	$X_{\text{факт.}si}^{\text{гп}}$	1316	1410	1895	2041	2119
Максимальное количество единиц продукции, которое может произвести предприятие за единицу времени при запуске всех имеющихся производственных мощностей, в том числе и находящихся в мобилизационном резерве, ед.	$X_{\text{max } sij}$	19 065	25 357	26 951	28 327	29 975
Заданное значение коэффициента использования производственной мощности для выполнения ГОЗ	$K_{\text{исп } sij}(\text{зад})$	0,7	0,69	0,7	0,7	0,7
Стоимость технологического оборудования и технологических процессов, не-	Q_{is}	50 652	49 198	58 327	65 413	55 361

обходимых для производства s-го продукта на i-м предприятии РЭК, тыс. руб.						
Стоимость технологического оборудования и технологических процессов, используемых для производства l-го продукта на i-м предприятии РЭК, тыс. руб.	Q_{il}	82 741	89 623	90 569	92 902	108 163
Себестоимость производства тыс. руб.	b_1	268 425	302 329	334 161	355 429	526 104

Произведем расчеты коэффициента текущего задействования производственных мощностей для выполнения государственного оборонного заказа по формуле:

$$K_{исп\ si2016} = \frac{X_{факт\ sij}}{X_{max\ sij}} = 0,56 \quad (18)$$

$$K_{исп\ si2017} = 0,45$$

$$K_{исп\ si2018} = 0,45$$

$$K_{исп\ si2019} = 0,53$$

$$K_{исп\ si2020} = 0,54$$

Определим коэффициент производственно-технологической однородности в интересах производства однородной гражданской продукции, которая может производиться на предприятии оборонно-промышленного комплекса без существенного изменения технологических процессов:

$$K_{js2016} = \frac{Q_{is}}{Q_{il}} = \frac{50652}{82741} = 0,61 \quad (19)$$

$$K_{js2017} = 0,55$$

$$K_{js2018} = 0,64$$

$$K_{js2019} = 0,7$$

$$K_{js2020} = 0,51$$

Рассчитаем максимально возможный уровень производства гражданской продукции с учетом технологической возможности и экономической целесообразности использования имеющегося технологического оборудования, а также необходимости выпуска продукции военного назначения в соответствии с ГОЗ.

$$X_{maxj2016}^{rp} = (X_{max2016} \times (1 - K_{исп\ si2016})) \times K_{js} = (19065 \times (1 - 0,56)) \times 0,61 \approx 5117 \quad (20)$$

$$X_{maxj2017}^{rp} \approx (25357 \times (1 - 0,45)) \times 0,55 \approx 7670$$

$$X_{maxj2018}^{rp} \approx (26951 \times (1 - 0,45)) \times 0,64 \approx 9486$$

$$X_{maxj2019}^{rp} \approx (28327 \times (1 - 0,53)) \times 0,7 \approx 9319$$

$$X_{maxj2020}^{rp} \approx (29975 \times (1 - 0,54)) \times 0,51 \approx 7032$$

Представим систему линейных уравнений для нахождения соотношения производства продукции военного и гражданского назначения с использованием неравенств, базирующуюся на комплексном критерии и целевой функции $\max_{X_s}[S_n = f(X_s)]$ – объем прибыли от продажи

продукции X_s). Задача состоит в поиске оптимального соотношения производства продукции гражданского и военного назначения на отдельном предприятии или в рамках РЭЖ [Кремер и др., 1997; Мицель, 2016, ч. 1; Ширшиков, Лянденбургский, Белоковылский, 2015]. Автором для «чистоты» эксперимента используются среднестатистические данные о стоимости продукции и прибыли предприятия АО «Алмаз» по одной из номенклатуры продукции:

$$\begin{cases} F(X_s) = \sum_{s=1}^n d_s X_s \rightarrow \max \\ \sum_{s=1}^n a_s X_s \leq b_s \\ X_{sl}^{rp} \leq X_{max}^{rp} \\ X_{sl} \geq 0, n = 1, 2, \dots, N \end{cases} \quad (21)$$

Исходя из этого, представим уравнение вида:

$$\begin{cases} 24X_1 + 22,2X_2 \rightarrow \max \\ 19,7X_1 + 10,2X_2 \leq 268425 \\ X_2 \leq 5117 \\ X_2 \geq 11960 \\ X_{ij} \geq 0, n = 1, 2, \dots, N \end{cases}$$

Далее необходимо привести данное уравнение к каноническому виду, в котором система ограничений состоит только лишь из одних уравнений (КЗЛП). Решение задачи будем выполнять базовым симплекс-методом.

Итак, по результатам расчетов получены следующие оптимальные соотношения производства продукции военного и гражданского назначения на предприятии АО «Алмаз» с учетом производственно-технологической гомогенности.

В 2016 г.: $X_1=11\,960$ ед. – продукция военного назначения, производство которой осуществляется по ГОЗ; $X_2=3217$ ед. – продукция гражданского назначения, которая может производиться на предприятии оборонно-промышленного комплекса с учетом производственно-технологической гомогенности.

$$F(X_{2016}^*) = S_{2016}^* = 358456,53 \text{ тыс. руб.}$$

В 2017 г.: $X_1=12\,820$ ед.; $X_2=4880$ ед.;

$$F(X_{2017}^*) = S_{2017}^* = 416013,82 \text{ тыс. руб.}$$

В 2018 г.: $X_1=16\,231$ ед.; $X_2=1413$ ед.

$$F(X_{2018}^*) = S_{2018}^* = 420907,59 \text{ тыс. руб.}$$

В 2019 г.: $X_1=16\,561$ ед.; $X_2=2861$ ед.

$$F(X_{2019}^*) = S_{2019}^* = 460967,54 \text{ тыс. руб.}$$

В 2020 г.: $X_1=23\,065$ ед.; $X_2=7032$ ед.

$$F(X_{2020}^*) = S_{2020}^* = 709666,87 \text{ тыс. руб.}$$

На основании полученных значений можно сделать вывод о том, что оптимизация производства продукции военного и гражданского назначения, опирающаяся на производственно-технологическую гомогенность, обеспечила повышение доходности на протяжении всего исследуемого периода. С использованием исходных данных и значений, полученных по результатам оптимизации, определим прирост прибыли по исследуемому периоду:

$$\Delta_{2016}^* = S_{2016}^* - S_{2016} = 358456,53 - 328623 = 30000,53 \text{ тыс. руб.} \quad (22)$$

$$\Delta_{2017}^* = 61536,82 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Delta_{2018}^* = 64739,59 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Delta_{2019}^* = 93384,54 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Delta_{2020}^* = 110800,87 \text{ тыс. руб.}$$

Заключение

Проведенные расчеты по верификации разработанного научно-методического аппарата повышения эффективности управления промышленными предприятиями РЭК при реализации мероприятий мобилизационной подготовки позволяют сделать следующие выводы.

Внедрение КС РТО и Р КОМН в систему управления предприятия оказалось эффективной ввиду снижения планового времени проведения РТО КОМН при степени загрузки канала обслуживания $P_{\text{зан}} = 0,19$, что позволило добиться существенного роста уровня технической готовности КОМН. Прирост варьируется в пределах 7,7-9,4 %.

В результате перестроения производственных процессов, основанных на производственно-технологической гомогенности, произведены расчеты оптимального соотношения производства продукции военного и гражданского назначения в условиях постоянства производственных мощностей. Увеличение объема производства продукции гражданского назначения обеспечило рост прибыли по исследуемому периоду.

Приведенные выше показатели отражают сущность поставленных в исследовании задачи – повышения эффективности управления промышленными предприятиями РЭК при реализации мероприятий мобилизационной подготовки посредством внедрения КС РТО и Р КОМН РЭК и получения производственно-технического и экономического эффектов.

Библиография

1. Батьковский А.М. и др. Инструментарий управления деятельностью инновационно-активных предприятий в условиях диверсификации. М.: ОнтотПринт, 2019. 268 с.
2. Вертакова Ю.В., Харченко Е.В., Железняков С.С. Интеграция подходов к управлению современной организацией. Курск, 2010. 524 с.
3. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ. М., 2015. 340 с.
4. Глебова О.В., Грачева О.В., Симонов А.В. Выявление взаимосвязи между эффективностью деятельности оборонных предприятий и различными типами диверсификации // *Modern economy success*. 2019. № 4. С. 29-36.
5. Кохно П.А., Чеботарев С.С. Тенденции развития высокотехнологичной промышленности // *Общество и экономика*. 2015. № 4-5. С. 44-63.
6. Кремер Н.Ш. и др. Исследование операций в экономике. М.: Банки и биржи, 1997. 407 с.
7. Мицель А.А. (сост.) Исследование операций и методы оптимизации. Томск, 2016. Ч. 1. 167 с.
8. Чеботарев С.С., Голубев С.С. Методологические подходы к эффективной реализации стратегических программ импортозамещения // *Экономические стратегии*. 2017. Т. 19. № 7. С. 68-77.
9. Чеботарев С.С., Доброва К.Б. Финансовое оздоровление стратегических организаций оборонно-промышленного комплекса в современных условиях // *Материалы Международной научно-практической конференции «Экономические аспекты технологического развития современной промышленности»*. М., 2018. С. 223-226.
10. Чеботарев С.С., Чеботарев В.С., Проскурин Б.В., Рыжов И.В. Роль государства в управлении функционированием и развитием предприятий оборонно-промышленного комплекса // *Экономика и предпринимательство*. 2019. № 4. С. 41-45.
11. Ширшиков А.С., Лянденбургский В.В., Белоковылский А.М. Оценка надежности технических систем. Пенза: ПГУАС, 2015. 240 с.

Verifying the scientific and methodological apparatus for improving the effectiveness of the management of radioelectronic enterprises during the implementation of mobilization measures

Sergei S. Sakhnenko

Postgraduate,
Central Research Institute of Economics, Informatics, and Management Systems,
123104, 7 Tverskoi blvd, Moscow, Russian Federation;
e-mail: val_za@bk.ru

Abstract

The article presents the results of checking the operability of the scientific and methodological apparatus developed by the author. It points out that the introduction of a comprehensive system of routine maintenance and repair of a complex of mobilization facilities of the radioelectronic cluster into the enterprise's management system is effective due to the reduction in the planned time for routine maintenance and repair of a complex of mobilization facilities, which makes it possible to achieve a significant increase in the level of technical readiness of these facilities. The author of the article makes an attempt to calculate the optimal ratio of the production of military and civilian products in the context of constant production capacity as a result of the restructuring of production processes based on production and technological homogeneity. An increase in the volume of the production of civilian products ensures profit growth. The author comes to the conclusion that the developed scientific and methodological apparatus can produce a technical effect that consists in ensuring the maintenance of high technical readiness of mobilization complexes and an economic effect arising from introducing a comprehensive system of routine maintenance and repair and using it for modernizing production facilities for dual-use products and technologies in the radioelectronic cluster.

For citation

Sakhnenko S.S. (2023) Verifikatsiya nauchno-metodicheskogo apparata povysheniya effektivnosti upravleniya promyshlennymi predpriyatiyami radioelektronnogo klastera pri realizatsii mobilizatsionnykh meropriyatii [Verifying the scientific and methodological apparatus for improving the effectiveness of the management of radioelectronic enterprises during the implementation of mobilization measures]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 13 (1A), pp. 81-94. DOI: 10.34670/AR.2023.47.86.009

Keywords

Radioelectronic industry, mobilization training, effectiveness of enterprise management, routine maintenance and repair, dual-use technologies.

References

1. Bat'kovskii A.M. et al. (2019) *Instrumentarii upravleniya deyatel'nost'yu innovatsionno-aktivnykh predpriyatii v usloviyakh diversifikatsii* [Tools for managing the activities of innovatively active enterprises in the context of diversification]. Moscow: OntoPrint Publ.
2. Chebotarev S.S., Chebotarev V.S., Proskurin B.V., Ryzhov I.V. (2019) Rol' gosudarstva v upravlenii funktsionirovaniem

- i razvitiem predpriyatii oboronno-promyshlennogo kompleksa [The role of the state in the management of the functioning and development of military-industrial enterprises]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship], 4, pp. 41-45.
3. Chebotarev S.S., Dobrova K.B. (2018) Finansovoe ozdorovlenie strategicheskikh organizatsii oboronno-promyshlennogo kompleksa v sovremennykh usloviyakh [Financial recovery of strategic military-industrial organizations under modern conditions]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Ekonomicheskie aspekty tekhnologicheskogo razvitiya sovremennoi promyshlennosti"* [Proc. Int. Conf. "Economic aspects of technological development of modern industries"]. Moscow, pp. 223-226.
 4. Chebotarev S.S., Golubev S.S. (2017) Metodologicheskie podkhody k effektivnoi realizatsii strategicheskikh programm importozameshcheniya [Methodological approaches to the effective implementation of strategic import substitution programs]. *Ekonomicheskie strategii* [Economic strategies], 19 (7), pp. 68-77.
 5. Glebova O.V., Gracheva O.V., Simonov A.V. (2019) Vyyavlenie vzaimosvyazi mezhdu effektivnost'yu deyatelnosti oboronnykh predpriyatii i razlichnymi tipami diversifikatsii [Identifying the interrelation between the effectiveness of the activities of defense enterprises and various types of diversification]. *Modern economy success*, 4, pp. 29-36.
 6. Kokhno P.A., Chebotarev S.S. (2015) Tendentsii razvitiya vysokotekhnologichnoi promyshlennosti [Trends in the development of high-tech industries]. *Obshchestvo i ekonomika* [Society and economics], 4-5, pp. 44-63.
 7. Kremer N.Sh. et al. (1997) *Issledovanie operatsii v ekonomike* [Operations research in economics]. Moscow: Banki i birzhi Publ.
 8. Mitsel' A.A. (comp.) (2016) *Issledovanie operatsii i metody optimizatsii* [Operations research and optimization methods], Part 1. Tomsk.
 9. Shirshikov A.S., Lyandenburskii V.V., Belokovyl'skii A.M. (2015) *Otsenka nadezhnosti tekhnicheskikh sistem* [Assessing the reliability of technical systems]. Penza: Penza State University of Architecture and Construction.
 10. Vertakova Yu.V., Kharchenko E.V., Zheleznyakov S.S. (2010) *Integratsiya podkhodov k upravleniyu sovremennoi organizatsiei* [Integrating approaches to the management of modern organizations]. Kursk.
 11. Vikulov S.F. (2015) *Voенно-ekonomicheskii analiz* [Military-economic analysis]. Moscow.