

А.Г. Подольский, доктор экономических наук, профессор
С.В. Иванов

Методический подход к рациональному обеспечению оборонно-промышленного комплекса трудовыми ресурсами

В статье рассмотрены основные факторы, влияющие на обеспеченность организаций оборонно-промышленного комплекса кадрами различной специальности. Разработана математическая постановка задачи по рациональному обеспечению оборонно-промышленного комплекса трудовыми ресурсами, подготовка которых осуществляется образовательными учреждениями, а также на курсах повышения квалификации и переподготовки кадров.

(Окончание. Начало в предыдущем номере)

Важнейшая роль в обеспечении ОПК кадрами принадлежит федеральным органам исполнительной власти (Минпромторг России, Минобрнауки России, Минобороны России), которые принимают решения по организации подготовки работников различных специальностей, объемам бюджетных средств, выделяемых образовательным учреждениям и центрам повышения квалификации и переподготовки, а также по распределению выпускников в организации.

В настоящее время не удалось полностью удовлетворить потребности организаций ОПК в работниках всех специальностей в силу ограниченности бюджетных средств, невозможности достоверно спрогнозировать миграционные процессы, влияния большого количества факторов географического, климатического, политического, социального, финансового и экономического характера на выбор абитуриентами образовательных учреждений, а выпускниками – организаций.

В общем случае может иметь место несоответствие предложения трудовых ресурсов и потребности в них, в результате чего возникает либо избыток, либо недостаток в ОПК работников определенных специальностей.

Для оценки степени расхождения на конец t -го года планового периода прогнозной потребности в работниках, имеющих различные специальности, и ожидаемого прогнозно-

го количества работников ОПК на конец указанного года используется показатель:

$$\Delta Q_{\text{ОПК}}^{\text{ППП}}(t) = \sum_{q=1}^{N_{\text{ОПК}}^c(t)} \left(Q_{\text{ОПК}q}^{\text{Ш}}(t) - Q_{\text{ОПК}q}^{\text{П}}(t) \right)^2, \quad (11)$$

где: $Q_{\text{ОПК}q}^{\text{Ш}}(t)$ – общая ожидаемая потребность на конец t -го года планового периода работников, имеющих q -ю специальность, соответствующую планируемому штатному расписанию;

$Q_{\text{ОПК}q}^{\text{П}}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК, имеющих q -ю специальность на конец t -го года;

$N_{\text{ОПК}}^c(t)$ – количество специальностей, востребованных в ОПК.

Чем меньше значение показателя $Q_{\text{ОПК}}^{\text{ППП}}(t)$, тем лучше кадровое обеспечение организаций ОПК работниками различных специальностей. Если указанный показатель принимает нулевое значение, то имеет место полное удовлетворение потребностей ОПК в работниках различных специальностей в t -м году планового периода.

Так как обеспечение ОПК кадрами осуществляется отдельно работниками с высшим и средним специальным образованием, то формула (11) разбивается на две составные части. Первая из них характеризует расхождение прогнозной штатной потребности в работниках различных специальностей, имеющих высшее образование, и прогнозного количества работников ОПК на начало каждого года

планового периода, имеющих указанное образование. Вторая составная часть отражает аналогичное расхождение, касающееся работников со средним специальным образованием.

Такое разделение позволяет учесть приоритетность в обеспечении ОПК работниками

$$\Delta Q_{ОПК}^{ППП}(t) = \sum_{r \in \Omega_{ОПК}^{СВО}} \beta_{ОПК}^{СВО}(t) \left(Q_{ОПК}^Ш(t) - Q_{ОПК}^{РВО}(t) \right)^2 + \sum_{l \in \Omega_{ОПК}^{СССО}} \beta_{ОПК}^{СССО}(t) \left(Q_{ОПК}^Ш(t) - Q_{ОПК}^{РССО}(t) \right)^2, \\ \beta_{ОПКr}^{СВО}(t) + \beta_{ОПК}^{СССО}(t) = 1,$$

где: $\beta_{ОПКr}^{СВО}(t)$ – коэффициент, характеризующий приоритетность обеспечения ОПК работниками, имеющими высшее образование по r -й специальности в t -м году планового периода, $0 \leq \beta_{ОПК}^{СВО}(t) \leq 1$;

$\beta_{ОПК}^{СССО}(t)$ – коэффициент, характеризующий приоритетность обеспечения ОПК работниками, имеющими среднее специальное образование по l -й специальности в t -м году планового периода, $0 \leq \beta_{ОПКl}^{СССО}(t) \leq 1$;

$Q_{ОПК}^Ш(t)$ – общая ожидаемая потребность на конец t -го года планового периода в работниках, имеющих высшее образование по r -й специальности;

$Q_{ОПК}^{РВО}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК, имеющих высшее образование по r -й специальности, на конец t -го года;

$Q_{ОПК}^Ш(t)$ – общая ожидаемая потребность на конец t -го года планового периода организаций ОПК в работниках, имеющих сред-

различных специальностей с разным уровнем образования в условиях ограниченности бюджетных средств, направляемых на обучение, переподготовку и повышение квалификации.

С учетом изложенного формула (11) принимает вид:

нее специальное образование по l -й специальности;

$Q_{ОПК}^{РССО}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК, имеющих среднее специальное образование по l -й специальности, на конец t -го года.

Показатель $Q_{ОПК}^Ш(t)$ определяется на основе данных по заключенным организациями ОПК контрактам и планируемого портфеля заказов.

Обозначим $\Omega_{ОПК}^{СВО}$ множество специальностей в ОПК, требующих получения высшего образования, а $\Omega_{ОПК}^{СССО}$ – множество специальностей в ОПК, требующих получения среднего специального образования.

С учетом указанных данных и введенных множеств степень расхождения на конец t -го года планового периода прогнозной потребности ОПК в работниках, имеющих высшее и среднее специальное образование, и ожидаемого количества работников определяется по формуле:

$$\Delta Q_{ОПК}^{ППП}(t) = \sum_{r \in \Omega_{ОПК}^{СВО}} \beta_{ОПКr}^{СВО}(t) \left(\sum_{i=1}^{N_{ОПК}^o(t)} Q_{ir}^Ш(t) - Q_{ОПКr}^{РВО}(t) \right)^2 + \sum_{l \in \Omega_{ОПК}^{СССО}} \beta_{ОПК}^{СССО}(t) \left(\sum_{i=1}^{N_{ОПК}^o(t)} Q_{il}^Ш(t) - Q_{ОПК}^{РССО}(t) \right)^2 \quad (12) \\ \beta_{ОПКr}^{СВО}(t) + \beta_{ОПК}^{СССО}(t) = 1,$$

где: $Q_{ir}^Ш(t)$ – прогнозная потребность i -й организации на конец t -го года планового периода в работниках, имеющих высшее образование по r -й специальности;

$Q_{il}^Ш(t)$ – прогнозная потребность i -й организации на конец t -го года планового периода в работниках, имеющих среднее специальное образование по l -й специальности;

$N_{ОПК}^o(t)$ – количество организаций в ОПК в t -м году.

Показатели $Q_{ОПК}^{РВО}(t)$ и $Q_{ОПК}^{РССО}(t)$ определяются исходя из ожидаемого количества работников ОПК, имеющих на конец t -го года высшее образование по r -й специальности и среднее специальное образование по l -й специальности, соответственно, а также прогноз-

ного количества принятых на работу в организации ОПК и уволенных из них в течение t -го года.

Для отражения вклада в подготовку работников для ОПК высших и средних специальных образовательных учреждений, а также центров повышения квалификации и переподготовки, запишем выражение для определения ожидаемого количества работников, которые будут иметь высшее и среднее специальное образование на конец t -го года:

$$Q_{\text{ОПК}}^{\text{РВО}}(t) = Q_{\text{ОПК}}^{\text{РВО}}(t-1) + \Delta Q_{\text{ОПК}}^{\text{ИРВО}}(t),$$

$$Q_{\text{ОПК}}^{\text{РССО}}(t) = Q_{\text{ОПК}}^{\text{РССО}}(t-1) + \Delta Q_{\text{ОПК}}^{\text{ИРССО}}(t),$$

где: $\Delta Q_{\text{ОПК}}^{\text{ИРВО}}(t)$ – ожидаемое изменение в течение t -го года планового периода количества работников в ОПК с высшим образованием по r -й специальности;

$$Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{РВО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{РВО}}(t-1) = a_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + \Delta Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{НОПКВВО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{ПВСВО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{ПВО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{ВССРВО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{УВСВО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{БУВО}}(t) - \Delta Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{УВО}}(t),$$

$$r \in \Omega_{\text{ОПК}}^{\text{СВО}},$$

$$Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{РССО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{РССО}}(t-1) = a_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) + a_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ЦПКВВО}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ЦПКВВО}}(t) + \Delta Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{НОПКССО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{ПВССО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{ПССО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{ВССРССО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{УВССО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{БУССО}}(t) - \Delta Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{УССО}}(t),$$

$$l \in \Omega_{\text{ОПК}}^{\text{СССО}}.$$

Подставив формулы (15) и (16) в выражения (13) и (14), получим:

$$\Delta Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{ИРВО}}(t) = a_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + a_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ЦПКВВО}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ЦПКВВО}}(t) + \Delta Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{НОПКВВО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{ПВСВО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{ПВО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{ВССРВО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{УВСВО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{БУВО}}(t) - \Delta Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{УВО}}(t),$$

$$r \in \Omega_{\text{ОПК}}^{\text{СВО}},$$

$$\Delta Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{ИРССО}}(t) = a_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) + a_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ВССОУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ЦПКВВО}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_l}^{\text{ЦПКВВО}}(t) + \Delta Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{НОПКССО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{ПВССО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{ПССО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{ВССРССО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{УВССО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{БУССО}}(t) - \Delta Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{УССО}}(t),$$

$$l \in \Omega_{\text{ОПК}}^{\text{СССО}}.$$

Для определения $Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{РВО}}(t)$ и $Q_{\text{ОПК}_l}^{\text{РССО}}(t)$, используем выражения (15) и (16):

$$Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{РВО}}(t) = Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{РВО}}(t-1) + a_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + a_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ВВООУСР}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ЦПКВВО}}(t) + Q_{\text{ОПКБС}_r}^{\text{ЦПКВВО}}(t) + \Delta Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{НОПКВВО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{ПВСВО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{ПВО}}(t) + Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{ВССРВО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{УВСВО}}(t) - Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{БУВО}}(t) - \Delta Q_{\text{ОПК}_r}^{\text{УВО}}(t),$$

$$r \in \Omega_{\text{ОПК}}^{\text{СВО}},$$

$\Delta Q_{\text{ОПК}}^{\text{ИРССО}}(t)$ – ожидаемое изменение в течение t -го года планового периода количества работников в ОПК со средним специальным образованием по l -й специальности.

Изменение количества работников в ОПК в течение t -го года, имеющих высшее образование по r -й специальности и среднее специальное образование по l -й специальности, можно представить как сумму изменений в течение t -го года количества работников, имеющих высшее и среднее специальное образование:

$$\Delta Q_{\text{ОПК}}^{\text{ИРВО}}(t) = Q_{\text{ОПК}}^{\text{РВО}}(t) - Q_{\text{ОПК}}^{\text{РВО}}(t-1); \quad (13)$$

$$\Delta Q_{\text{ОПК}}^{\text{ИРССО}}(t) = Q_{\text{ОПК}}^{\text{РССО}}(t) - Q_{\text{ОПК}}^{\text{РССО}}(t-1). \quad (14)$$

Из формул (9) и (10) получаем выражения для определения $(Q_{\text{ОПК}}^{\text{РВО}}(t) - Q_{\text{ОПК}}^{\text{РВО}}(t-1))$ и $(Q_{\text{ОПК}}^{\text{РССО}}(t) - Q_{\text{ОПК}}^{\text{РССО}}(t-1))$:

$$\begin{aligned}
 Q_{ОПК\ l}^{РССО}(t) = & Q_{ОПК\ l}^{РССО}(t-1) + a_{ОПКБС\ l}^{ВССОУ\ СР}(t) Q_{ОПКБС\ l}^{ВССОУ\ СР}(t) + Q_{ОПКБС\ l}^{ВССОУ\ ЦР}(t) + \\
 & + Q_{ОПКСО\ l}^{ВССОУ}(t) + a_{ОПКСВ\ l}^{ВССОУ\ СР}(t) Q_{ОПКСВ\ l}^{ВССОУ\ СР}(t) + Q_{ОПКБС\ l}^{ЦПКССО}(t) + Q_{ОПКСО\ l}^{ЦПКССО}(t) + \Delta Q_{ОПК\ l}^{НОПКССО}(t) + \\
 & + Q_{ОПК\ l}^{ПВССО}(t) + Q_{ОПК\ l}^{ПССО}(t) + Q_{ОПК\ l}^{ВССРССО}(t) - Q_{ОПК\ l}^{УВССО}(t) - Q_{ОПК\ l}^{БВССО}(t) - \Delta Q_{ОПК\ l}^{УССО}(t), \\
 & l \in \Omega_{ОПК}^{ССО}.
 \end{aligned} \tag{18}$$

Управление значениями $Q_{ОПК\ r}^{РВО}(t)$ и $Q_{ОПК\ l}^{РССО}(t)$ в приведенных формулах может осуществляться посредством регулирования количества выпускников в высших и средних

специальных образовательных учреждениях, а также в центрах переподготовки кадров в каждый год t планового периода, которые образуют совокупность управляемых переменных:

$$W_{r\ l}(t) = \left(Q_{ОПКБС\ r}^{ВВООУСР}(t), Q_{ОПКБС\ r}^{ВВООУЦР}(t), Q_{ОПКБС\ r}^{ЦПКВВО}(t), Q_{ОПКБС\ l}^{ВССОУ\ СР}(t), Q_{ОПКБС\ l}^{ВССОУ\ ЦР}(t), Q_{ОПКБС\ l}^{ЦПКССО}(t) \right).$$

На количество поступающих в высшие и средние специальные образовательные учреждения на специальности, востребованные в организациях ОПК, оказывает влияние их территориальная близость к месту проживания абитуриентов и к месту дислокации организаций ОПК. Указанная территориальная близость способствует тому, что выпускники начинают свою трудовую деятельность в организациях ОПК по полученным специальностям.

Примером такого кластера является Москва и Московская область, в котором все организации и образовательные заведения связаны транспортными коммуникациями (метрополитен, железнодорожный и автомобильный общественный транспорт, а также трамвайная сеть) с местами проживания населения, включая студентов и работников организаций ОПК.

Для обоснования количества бюджетных мест в образовательных учреждениях, расположенных в различных регионах страны, формируются территориальные кластеры.

В каждом μ -м территориальном кластере выделяются:

множество $\Omega_{\mu}^{ВООУ}$ образовательных учреждений, включая центры переподготовки кадров, готовящих специалистов с высшим образованием;

Каждый μ -й территориальный кластер включает в себя организации ОПК, образовательные учреждения и места проживания работников, а также обучающихся (повышающих квалификацию) в образовательных учреждениях. При этом выполняется условие: *организации ОПК, образовательные учреждения и жилой комплекс должны быть связаны транспортной инфраструктурой, позволяющей работникам ОПК и обучающимся в высших и средних специальных образовательных учреждениях, а также в центрах повышения квалификации и переподготовки кадров, вести нормальный образ жизни.*

множество $\Omega_{\mu}^{ССОУ}$ образовательных учреждений, включая центры повышения квалификации и переподготовки кадров, готовящих специалистов со средним специальным образованием;

множество $\Omega_{\mu}^{ООПК}$ организаций ОПК.

Каждому территориальному кластеру μ в t -м году планового периода можно поставить в соответствие вектор $W_{\mu\ r\ l}(t)$, компонентами которого являются, помимо приведенной выше совокупности управляемых переменных, количества выпускников, получивших высшее и среднее специальное образование в центрах повышения квалификации за счет бюджетных средств:

$$W_{\mu\ r\ l}(t) = \left(Q_{БС\ \mu\ r}^{ВВООУСР}(t), Q_{БС\ \mu\ r}^{ВВООУЦР}(t), Q_{БС\ \mu\ r}^{ЦПКВВО}(t), Q_{БС\ \mu\ r}^{ЦПКВВО}(t), Q_{БС\ \mu\ l}^{ВССОУ\ СР}(t), Q_{БС\ \mu\ l}^{ВССОУ\ ЦР}(t), Q_{БС\ \mu\ l}^{ЦПКССО}(t), Q_{БС\ \mu\ l}^{ЦПКССО}(t) \right).$$

Очевидно, что количество выпускников высших и средних специальных образовательных учреждений, расположенных в раз-

личных территориальных кластерах, не должно быть произвольным. В противном случае может возникнуть ситуация, связанная со зна-

чительным расхождением (превышением или занижением) количества выпускников и потребностей организаций ОПК в соответствующих специалистах. Это приведет к неэффективному расходованию бюджетных средств, затраченных на их обучение, так как недостаток специалистов для удовлетворения потребностей организаций ОПК способствует снижению результативности работы организаций ОПК, а их избыток обуславливает необходимость трудоустройства не по специальности.

Кроме того, в организациях ОПК, расположенных в различных территориальных кластерах, может ощущаться различная потребность в работниках определенных специальностей, а также могут отличаться доли выпускников высших и средних специальных образовательных учреждений, которые устроятся по специальности в организациях ОПК.

Для недопущения указанных негативных последствий регулирование количества сту-

$$\Delta Q_{ОПК}^{ППП}(t) = \sum_{\mu} \sum_{r \in \Omega_{ОПК}^{СВО}} \beta_{\mu r}^{СВО}(t) \left(\sum_{i \in \Omega_{y}^{ООПК}} Q_{i\mu r}^{\mu}(t) - Q_{\mu r}^{PBO}(t) \right)^2 + \sum_{\mu} \sum_{l \in \Omega_{ОПК}^{СССО}} \beta_{\mu l}^{СССО}(t) \left(\sum_{i \in \Omega_{y}^{ООПК}} Q_{i\mu l}^{\mu}(t) - Q_{\mu l}^{PCCO}(t) \right)^2, \tag{19}$$

$$\beta_{\mu r}^{СВО}(t) + \beta_{\mu l}^{СССО}(t) = 1,$$

где: $\beta_{\mu r}^{СВО}(t)$, $\beta_{\mu l}^{СССО}(t)$ – коэффициенты, характеризующие приоритетность обеспечения организаций ОПК μ -го территориального кластера, работниками, имеющими высшее образование по r -й специальности и среднее специальное образование по l -й специальности в t -м году планового периода, соответственно, $0 \leq \beta_{\mu r}^{СВО}(t) \leq 1$, $0 \leq \beta_{\mu l}^{СССО}(t) \leq 1$;

$Q_{i\mu r}^{\mu}(t)$, $Q_{i\mu l}^{\mu}(t)$ – прогнозная потребность i -й организации μ -го территориально-

$$Q_{\mu r}^{PBO}(t) = Q_{\mu r}^{PBO}(t-1) + a_{BC\mu r}^{BBOYCP}(t) Q_{BC\mu r}^{BBOYCP}(t) + Q_{BC\mu r}^{BBOYCP}(t) + Q_{CO\mu r}^{BBOY}(t) + a_{CB\mu r}^{BBOYCP}(t) Q_{CB\mu r}^{BBOYCP}(t) + Q_{BC\mu r}^{ЦПКВО}(t) + Q_{CO\mu r}^{ЦПКВО}(t) + \Delta Q_{ОПК r}^{НОПКВО}(t) + Q_{ОПК r}^{ПВСВО}(t) + Q_{ОПК r}^{ПВО}(t) + Q_{ОПК r}^{ВССРВО}(t) - Q_{ОПК r}^{УВСВО}(t) - Q_{ОПК r}^{БУВО}(t) - \Delta Q_{ОПК r}^{УВО}(t), \tag{20}$$

$$r \in \Omega_{ОПК}^{СВО},$$

дентов, обучающихся по специальностям, востребованным в ОПК, должно удовлетворять требованию: количество выпускников высших и средних специальных образовательных учреждений μ -го территориального кластера, получивших в t -м году планового периода соответствующие специальности, должно определяться исходя из ожидаемой потребности в t -м году организаций ОПК этого территориального кластера в работниках, имеющих требуемые специальности.

С учетом принадлежности организаций к тому или иному территориальному кластеру степень расхождения на конец t -го года планового периода прогнозной потребности ОПК в работниках, имеющих высшее и среднее специальное образование, и ожидаемого количества работников различных специальностей, которыми могут быть обеспечены организации ОПК, определяется по формуле:

го кластера, на конец t -го года планового периода в работниках, имеющих высшее образование по r -й специальности, и среднее специальное образование по l -й специальности, соответственно.

Значения $Q_{\mu r}^{PBO}(t)$ и $Q_{\mu l}^{PCCO}(t)$ определяются по формулам, аналогичным (17) и (18). При этом дополнительно учитываются территориальные кластеры, в которых расположены организации:

$$\begin{aligned}
 Q_{\mu l}^{PCCO}(t) = & Q_{\mu l}^{PCCO}(t-1) + a_{BC\mu l}^{BCCOYCP}(t) Q_{BC\mu l}^{BCCOYCP}(t) + Q_{BC\mu l}^{BCCOYCP}(t) + Q_{CO\mu l}^{BCCOY}(t) + \\
 & + a_{CB\mu l}^{BCCOYCP}(t) Q_{CB\mu l}^{BCCOYCP}(t) + Q_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t) + Q_{CO\mu l}^{ЦПКССО}(t) + \Delta Q_{ОПК l}^{НОПКССО}(t) + \\
 & + Q_{ОПК l}^{ПВСССО}(t) + Q_{ОПК l}^{ПССО}(t) + Q_{ОПК l}^{ВССРССО}(t) - Q_{ОПК l}^{УВСССО}(t) - Q_{ОПК l}^{БУСССО}(t) - \Delta Q_{ОПК l}^{УССО}(t), \\
 & l \in \Omega_{ОПК}^{СССО}.
 \end{aligned} \tag{21}$$

На основе формул (19), (20) и (21) сформирована целевая функция, позволяющая отразить степень удовлетворения потребности ОПК в кадрах на всем плановом периоде $[t_{НП}, t_{КП}]$ ($t_{НП}$, $t_{КП}$ – соответственно, начало и конец планового периода). При этом принимается, что известны количества специалистов, которые будут подготовлены в высших и средних специальных образовательных учреждениях за счет средств организаций ОПК и

средств обучающихся; планируемая штатная потребность организаций в специалистах различной специальности; значения коэффициентов, характеризующих приоритетность обеспечения организаций ОПК кадрами в t -м году планового периода; а также то, что не все выпускники высших и средних специальных образовательных учреждений устроятся на работу в организации ОПК по полученной специальности.

Целевая функция имеет вид:

$$\begin{aligned}
 \Delta Q_{ОПК}^{ППП}(W_{\mu r l}(t) | t \in [t_{НП}, t_{КП}]) = & \sum_{t=t_{НП}}^{t_{КП}} \left[\sum_{\mu} \sum_{r \in \Omega_{ОПК}^{CBO}} \beta_{\mu r}^{CBO}(t) \left(\sum_{i \in \Omega_{\mu}^{ООПК}} Q_{\mu i r}^W(t) - Q_{\mu r}^{PBO}(t) \right)^2 + \right. \\
 & \left. + \sum_{\mu} \sum_{l \in \Omega_{ОПК}^{СССО}} \beta_{\mu l}^{СССО}(t) \left(\sum_{i \in \Omega_{\mu}^{ООПК}} Q_{\mu i l}^W(t) - Q_{\mu l}^{PCCO}(t) \right)^2 \right] \rightarrow \min_{W_{\mu r l}(t)}, \\
 & t \in [t_{НП}, t_{КП}] \\
 & \beta_{\mu r}^{CBO}(t) + \beta_{\mu l}^{СССО}(t) = 1,
 \end{aligned} \tag{22}$$

$$W_{\mu r l}(t) = \left(Q_{BC\mu r}^{BBOYCP}(t), Q_{BC\mu r}^{BBOYCP}(t), Q_{BC\mu r}^{ЦПКВВО}(t), Q_{BC\mu r}^{ЦПКВВО}(t), Q_{BC\mu l}^{BCCOYCP}(t), Q_{BC\mu l}^{BCCOYCP}(t), Q_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t), Q_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t) \right).$$

Это означает, что сумма квадратов расхождений между прогнозными потребностями организаций, расположенных в различных территориальных кластерах страны, в кадрах с высшим и средним специальным образованием всех востребованных ОПК специальностей и ожидаемым их количеством по годам планового периода стремится к минимуму.

Минимальное значение сформированной целевой функции, равное нулю, достигается при полном удовлетворении всех организаций ОПК работниками всех специальностей на всем плановом периоде $[t_{НП}, t_{КП}]$.

Существенные ограничения средств, затрачиваемых государством и организациями на подготовку, переподготовку и повышение квалификации кадров для ОПК, требуют учета

их при минимизации целевой функции (22). При этом учитывается, что расходы на обучение одного специалиста в высших и средних специальных образовательных учреждениях, расположенных в различных территориальных кластерах, со свободным и централизованным распределением могут различаться. Кроме того, принимается, что известны количества специалистов, которые будут подготовлены в высших и средних специальных образовательных учреждениях за счет средств организаций ОПК и средств обучающихся.

Исходя из того, что количество специалистов, которые могут быть подготовлены для ОПК, ограничено объемами бюджетного финансирования и финансирования из средств организаций, сформированы следующие ограничения:

$$\begin{aligned}
 \bar{C}_{BC\mu r}^{BBOYCP}(t_p) Q_{BC\mu r}^{BBOYCP}(t) + \bar{C}_{BC\mu r}^{BBOYCP}(t_p) Q_{BC\mu r}^{BBOYCP}(t) + \bar{C}_{BC\mu r}^{ЦПКВВО}(t_p) Q_{BC\mu r}^{ЦПКВВО}(t) + \bar{C}_{BC\mu r}^{ЦПКВВО}(t_p) Q_{BC\mu r}^{ЦПКВВО}(t) + \\
 + \bar{C}_{BC\mu l}^{BCCOYCP}(t_p) Q_{BC\mu l}^{BCCOYCP}(t) + \bar{C}_{BC\mu l}^{BCCOYCP}(t_p) Q_{BC\mu l}^{BCCOYCP}(t) + \bar{C}_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t_p) Q_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t) + \bar{C}_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t_p) Q_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t) + \\
 + \bar{C}_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t_p) Q_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t) \leq C_{BC}(t_p, t),
 \end{aligned}$$

где: $\bar{C}_{BC\mu r}^{BOYCP}(t_p)$, $\bar{C}_{BC\mu r}^{BOYCP}(t_p)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года t_p) на подготовку в высшем образовательном учреждении одного специалиста по r -й специальности в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств со свободным и целевым распределением, соответственно;

$Q_{BC\mu r}^{BOYCP}(t)$, $Q_{BC\mu r}^{BOYCP}(t)$ – количество обучающихся в высших образовательных учреждениях по r -й специальности в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств со свободным и целевым распределением, соответственно;

$\bar{C}_{BC\mu r}^{ЦПКВО}(t_p)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года t_p) на обучение в центре переподготовки кадров одного специалиста с высшим образованием по r -й специальности в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$\bar{C}_{BC\mu r}^{ЦПКВО}(t_p)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года t_p) на подготовку в центре повышения квалификации одного специалиста с высшим образованием по r -й специальности в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$Q_{BC\mu r}^{ОЦПКВО}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК с высшим образованием, которые пройдут обучение в центрах переподготовки кадров по r -й специальности в t -м году в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$Q_{BC\mu r}^{ОЦПКВО}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК с высшим образованием, которые пройдут обучение в центрах повышения квалификации по r -й специальности в t -м году в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$\bar{C}_{BC\mu l}^{CCOYCP}(t_p)$, $\bar{C}_{BC\mu l}^{CCOYCP}(t_p)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года t_p) на подготовку в среднем специальном образовательном учреждении одного специалиста по l -й специальности в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств

со свободным и целевым распределением, соответственно;

$Q_{BC\mu l}^{CCOYCP}(t)$, $Q_{BC\mu l}^{CCOYCP}(t)$ – количество обучающихся в t -м году в средних специальных образовательных учреждениях по l -й специальности в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств со свободным и целевым распределением, соответственно;

$\bar{C}_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t_p)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года t_p) на обучение в центре переподготовки кадров одного специалиста со средним специальным образованием по l -й специальности в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$\bar{C}_{BC\mu l}^{ЦПКССО}(t_p)$ – удельные среднегодовые затраты (в ценах расчетного года t_p) на подготовку одного специалиста со средним специальным образованием по l -й специальности в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств в центре повышения квалификации;

$Q_{BC\mu l}^{ОЦПКССО}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК со средним специальным образованием, которые пройдут обучение в центрах переподготовки кадров по l -й специальности в t -м году в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$Q_{BC\mu l}^{ОЦПКССО}(t)$ – ожидаемое количество работников ОПК со средним специальным образованием, которые пройдут обучение в центрах повышения квалификации по l -й специальности в t -м году в μ -м территориальном кластере за счет бюджетных средств;

$C_{BC}(t_p, t)$ – лимит бюджетных средств (в ценах расчетного года t_p), выделяемых на подготовку специалистов с высшим и средним специальным образованием в t -м году во всех территориальных кластерах.

Изложенное позволяет сформулировать задачу рационального обеспечения ОПК трудовыми ресурсами в следующем виде: для обеспечения ОПК работниками различных специальностей необходимо на плановом пе-

риоды найти для каждого года планового периода $[t_{НП}, t_{КП}]$ такой вектор $W_{\mu r l}(t)$, который в условиях фиксированного бюджетного финансирования для каждого года планового периода минимизирует целевую функцию $\Delta Q_{ОПК}^{РПП}(W_{\mu r l}(t)|t \in [t_{НП}, t_{КП}])$, характеризую-

щую степень отклонения потребности ОПК в работниках различных специальностей от ожидаемого кадрового удовлетворения всех организаций ОПК выпускниками высших и средних специальных образовательных учреждений, а также центров повышения квалификации и переподготовки кадров:

$$\Delta Q_{ОПК}^{РПП}(W_{\mu r l}(t)|t \in [t_{НП}, t_{КП}]) = \sum_{t=t_{НП}}^{t_{КП}} \left[\sum_{\mu} \sum_{r \in \Omega_{ОПК}^{СВО}} \beta_{\mu r}^{СВО}(t) \left(\sum_{i \in \Omega_{\mu}^{ОПК}} Q_{\mu i r}^{\text{Ш}}(t) - Q_{\mu r}^{РВО}(t) \right)^2 + \sum_{\mu} \sum_{l \in \Omega_{ОПК}^{СССО}} \beta_{\mu l}^{СССО}(t) \left(\sum_{i \in \Omega_{\mu}^{ОПК}} Q_{\mu i l}^{\text{Ш}}(t) - Q_{\mu l}^{РССО}(t) \right)^2 \right] \rightarrow \min_{\substack{W_{\mu r l}(t) \\ t \in [t_{НП}, t_{КП}]}}$$

$$\beta_{\mu r}^{СВО}(t) + \beta_{\mu l}^{СССО}(t) = 1,$$

$$W_{\mu r l}(t) = (Q_{БС \mu r}^{ВБОУСР}(t), Q_{БС \mu r}^{ВБОУЦР}(t), Q_{БС \mu r}^{ЦПКВО}(t), Q_{БС \mu r}^{ЦПВО}(t), Q_{БС \mu l}^{ВССОУСР}(t), Q_{БС \mu l}^{ВССОУЦР}(t), Q_{БС \mu l}^{ЦПКССО}(t), Q_{БС \mu l}^{ЦПССО}(t)),$$

при условии выполнения ограничения

$$\begin{aligned} & \bar{C}_{БС \mu r}^{ВБОУСР}(t_p) Q_{БС \mu r}^{ВБОУСР}(t) + \bar{C}_{БС \mu r}^{ВБОУЦР}(t_p) Q_{БС \mu r}^{ВБОУЦР}(t) + \bar{C}_{БС \mu r}^{ЦПКВО}(t_p) Q_{БС \mu r}^{ЦПКВО}(t) + \bar{C}_{БС \mu r}^{ЦПВО}(t_p) Q_{БС \mu r}^{ЦПВО}(t) + \\ & + \bar{C}_{БС \mu l}^{ВССОУСР}(t_p) Q_{БС \mu l}^{ВССОУСР}(t) + \bar{C}_{БС \mu l}^{ВССОУЦР}(t_p) Q_{БС \mu l}^{ВССОУЦР}(t) + \bar{C}_{БС \mu l}^{ЦПКССО}(t_p) Q_{БС \mu l}^{ЦПКССО}(t) + \\ & + \bar{C}_{БС \mu l}^{ЦПССО}(t_p) Q_{БС \mu l}^{ЦПССО}(t) \leq C_{БС}(t_p, t), \end{aligned}$$

где значения $Q_{\mu r}^{РВО}(t)$ и $Q_{\mu l}^{РССО}(t)$ определяются по формулам:

$$\begin{aligned} Q_{\mu r}^{РВО}(t) = & Q_{\mu r}^{РВО}(t-1) + a_{БС \mu r}^{ВБОУСР}(t) Q_{БС \mu r}^{ВБОУСР}(t) + Q_{БС \mu r}^{ВБОУЦР}(t) + Q_{СО \mu r}^{ВБОУ}(t) + \\ & + a_{СВ \mu r}^{ВБОУСР}(t) Q_{СВ \mu r}^{ВБОУСР}(t) + Q_{БС \mu r}^{ЦПКВО}(t) + Q_{СО \mu r}^{ЦПКВО}(t) + \Delta Q_{ОПК r}^{НОПКВО}(t) + \\ & + Q_{ОПК r}^{ПВСВО}(t) + Q_{ОПК r}^{ПВО}(t) + Q_{ОПК r}^{ВССРВО}(t) - Q_{ОПК r}^{УВСВО}(t) - Q_{ОПК r}^{БУВО}(t) - \Delta Q_{ОПК r}^{УВО}(t), \end{aligned}$$

$$r \in \Omega_{ОПК}^{СВО},$$

$$\begin{aligned} Q_{\mu l}^{РССО}(t) = & Q_{\mu l}^{РССО}(t-1) + a_{БС \mu l}^{ВССОУСР}(t) Q_{БС \mu l}^{ВССОУСР}(t) + Q_{БС \mu l}^{ВССОУЦР}(t) + Q_{СО \mu l}^{ВССОУ}(t) + \\ & + a_{СВ \mu l}^{ВССОУСР}(t) Q_{СВ \mu l}^{ВССОУСР}(t) + Q_{БС \mu l}^{ЦПКССО}(t) + Q_{СО \mu l}^{ЦПКССО}(t) + \Delta Q_{ОПК l}^{НОПКССО}(t) + \\ & + Q_{ОПК l}^{ПВСССО}(t) + Q_{ОПК l}^{ПССО}(t) + Q_{ОПК l}^{ВССРССО}(t) - Q_{ОПК l}^{УВССО}(t) - Q_{ОПК l}^{БУССО}(t) - \Delta Q_{ОПК l}^{УССО}(t), \end{aligned}$$

$$l \in \Omega_{ОПК}^{СССО}.$$

Применение на практике изложенного методического подхода к рациональному обеспечению организаций ОПК трудовыми ресурсами, включающего выбор управляемых переменных, формирование целевой функ-

ции и бюджетных ограничений, позволит принимать обоснованные решения по подготовке кадров для ОПК, что будет способствовать реализации планов создания ПВН и обеспечению оборонной безопасности государства.

Список использованных источников

1. Виноградов Б.А., Пальмов В.Г. Развитие кадрового потенциала оборонно-промышленного комплекса. – СПб.: Наука, 2013.