

Научная статья

УДК 519.876.2; DOI: 10.61260/2218-13X-2023-4-71-83

## **ПОДХОД К СВЕРТКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ В ЗАДАЧАХ ПЛАНИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВВУЗА В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ**

**Девяткин Александр Михайлович;**

**Раков Евгений Сергеевич.**

**Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия.**

✉ **Саратов Дмитрий Николаевич.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия**

✉ [saratovdn@mail.ru](mailto:saratovdn@mail.ru)

*Аннотация.* Описан подход к свертке показателей результативности при решении критичных задач, свойственных вузу, в условиях планирования деятельности при распространении особо опасных инфекций. Подход может быть обобщен применительно к процессам планирования деятельности крупных организаций в случаях, когда параллельно решается большое число независимых друг от друга задач с различными показателями и критериями качества решения. Описанный подход позволяет определить вариант управления вузом и показатели качества решения задач исходя из выполнения необходимого перечня критичных задач и критерия оценивания результативности. Выбор наилучшего варианта решения критичных задач производится на основе максимизации свертки этих показателей. Приведен пример, иллюстрирующий особенности практического применения предложенного подхода.

*Ключевые слова:* коронавирус, показатель качества, свертка показателей качества, пандемия, SIR-модели, математическое моделирование

**Для цитирования:** Девяткин А.М., Раков Е.С., Саратов Д.Н. Подход к свертке показателей результативности в задачах планирования деятельности вуза в условиях распространения новой коронавирусной инфекции // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2023. № 4. С. 71–83. DOI: 10.61260/2218-13X-2023-4-71-83.

Scientific article

## **AN APPROACH TO THE COLLECTION OF PERFORMANCE INDICATORS IN THE TASKS OF PLANNING THE ACTIVITIES OF A UNIVERSITY IN THE CONDITIONS OF THE SPREAD OF A NEW CORONAVIRUS INFECTION**

**Devyatkin Alexander M.;**

**Rakov Evgeniy S.**

**Mozhaisky military space academy, Saint-Petersburg, Russia.**

✉ **Saratov Dmitriy N.**

**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM OF Russia, Saint-Petersburg, Russia**

✉ [saratovdn@mail.ru](mailto:saratovdn@mail.ru)

*Abstract.* The article describes an approach to the reconciliation of performance indicators when solving critical tasks inherent to higher education institutions in the context of planning activities in the spread of particularly dangerous infections. The approach can be generalized to the processes of planning the activities of large organizations in cases when a large number of independent tasks with different indicators and criteria of solution quality are solved in parallel. The described approach allows to determine the variant of university management and indicators of task solution quality based on the fulfillment of the necessary list of critical tasks and

performance evaluation criteria. The choice of the best option for solving critical tasks is made on the basis of maximizing the convolution of these indicators. An example illustrating the peculiarities of practical application of the proposed approach is given.

**Keywords:** coronavirus, quality indicator, quality indicator convolution, pandemic, SIR models, mathematical modeling

**For citation:** Devyatkin A.M., Rakov E.S., Saratov D.N. An approach to the collection of performance indicators in the tasks of planning the activities of a university in the conditions of the spread of a new coronavirus infection // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2023. № 4. P. 71–83. DOI: 10.61260/2218-13X-2023-4-71-83.

### Введение

Анализ проблем планирования деятельности вуза в условиях распространения коронавирусной инфекции (COVID-19) выявил следующие особенности. Во-первых, руководители организаций должны были принимать решение о порядке работы экспертным (интуитивным) путем. Во-вторых, в крупных организациях решают, как правило, одновременно несколько задач. Часть из этих задач зависит от уровня заболеваемости (поражения) личного состава. Назовем данные задачи «критичными задачами (КЗ) к распространению особо опасных инфекций (ООИ)». Критерии оценивания результативности данных задач различны, для некоторых задач используются критерии оптимальности, для некоторых задач – критерии пригодности, а для третьих – оба критерия. Отметим, что критичные задачи вуза по отношению к распространению ООИ могут быть двух типов: точечные и интервальные. Так для интервальных критичных задач результат оценивается в течение некоторого периода. Например, в течение недели заболеваемость не должна превышать некоторого порогового значения. В противоположность интервальным, для точечных критичных задач результат оценивается в заданный момент времени. Например, на момент передислокации подразделения заболеваемость не должна превышать пороговое значение. Пример критичных задач различных типов и критериев выполнения, на примере решения подразделениями задач в условиях распространения особо опасной инфекции по типу COVID-19, приведен в табл. 1.

Таблица 1

#### Перечень критичных задач различных типов (точечные и интервальные) для применяемых критериев (оптимальности, пригодности)

Мероприятие, проводимое в условиях распространения ООИ (критичная задача)	Критерий выполнения мероприятий	Интервал выполнения (тип КЗ)	Правило выбора (решения)
Несение службы дежурным подразделением на период отпусков	Критерий пригодности	Интервальная	Доля здоровых в течение заданного периода должна превышать пороговое значение $\delta \geq \delta^{Tr}$
Подготовка к военному параду	Критерий оптимальности	Интервальная	На период тренировок должно обеспечиваться максимальное значение доли здорового личного состава $\delta \rightarrow max$
Участие в военном параде	Критерий пригодности	Точечная	На момент парада доля здорового личного состава должна превышать пороговое значение $\delta \geq \delta^{Tr}$
Убытие личного состава пятых курсов на войсковую практику (стажировку)	Критерий оптимальности	Точечная	На момент убытия доля здорового личного состава должна быть максимальна $\delta \rightarrow max$

В статье [1] представлена имитационная модель принятия решения в условиях распространения COVID-19, учитывающая лишь характер распространения вируса в подразделениях вуза и коэффициенты заражения и выздоровления. В работе [2] был описан научно-методический аппарат для прогнозирования уровня заболеваемости в зависимости от факторов, влияющих на распространение заболевания в вузе. Некоторые из данных факторов являются управляемыми, то есть руководство организации может целенаправленно влиять на характер распространения заболевания. Однако в указанных работах не приведен способ выбора варианта управления вузом (в более широком смысле – организации) из множества возможных вариантов управления в условиях ООИ.

Поэтому в статье предпринята попытка формализовать выбор скалярного показателя для оценивания качества плана действий (варианта управляющих воздействий) в зависимости от характера критичных задач (интервальности, точности), а также критериев оценивания результативности.

Подходы многокритериального сравнения альтернативных вариантов, их ранжировка и выбор наилучшего варианта при принятии решения применяются в различных сферах деятельности [3–6].

Отметим, что в работе рассматриваются кибернетические вопросы организации деятельности в условиях распространения коронавируса, в то же время, вопросы санитарно-эпидемиологических и медицинских мероприятий не являются предметом рассмотрения. Необходимые санитарно-эпидемиологические мероприятия рассматриваются как неотъемлемые условия деятельности организации.

### Основная идея способа планирования деятельности организации в условиях распространения ООИ

В способе используется SIR-модель [7, 8] распространения ООИ в подразделениях вуза [1]. Данная модель обеспечивает расчёт значений функции доли здорового личного состава в зависимости от времени и параметров (в том числе и динамически меняющихся), характеризующих санитарно-эпидемиологическую обстановку в районе расположения учебного заведения, характеристик ООИ, а также влияющих на заболеваемость управляемых факторов. К управляемым факторам относятся: режим обучения, условия проживания, качество профилактических мероприятий, вакцинация и др. Схема способа подготовки предложений в решение руководителя вуза (планирования деятельности организации в условиях ООИ) приведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема способа подготовки предложений в решение на организацию деятельности в условиях распространения ООИ

Способ подготовки предложений в решение начальника вуза на организацию деятельности заключается в формализованном выборе управляемых параметров. Для этого фиксируются параметры ситуационных условий протекания заболевания, а также стоящие перед вузом задачи. Определяются КЗ по распространению ООИ для каждого структурного подразделения. Напомним, что критичной при распространении ООИ называется такая задача, решаемая подразделениями вуза, необходимым условием выполнения которой является наличие требуемого числа личного состава или максимальное число боеспособного личного состава.

Далее фиксируются ситуационные условия распространения ООИ. После определения вектора управляемых параметров определяются возможные варианты значений данного вектора, равномерно распределенные на множестве декартова произведения интервалов вариаций возможных значений управляемых параметров.

Используя схему расчета характеристик заболеваемости для каждого подразделения и каждого варианта значений вектора управляемых параметров, осуществляется расчет значений функции доли заболевшего личного состава в зависимости от времени (номера дня). С учетом критериев оценивания результативности делается вывод о качестве решения данных задач. Возникает вопрос, как сравнивать варианты управляющих воздействий с учетом одновременного решения нескольких КЗ.

### Выбор свертки показателей в зависимости от вида КЗ

Опишем возможный способ выбора рационального варианта плана деятельности вуза при решении различных комбинаций КЗ и критериев оценивания результативности. Полагаем, что для каждого варианта управляющих воздействий уже определена доля здорового личного состава в условиях распространения ООИ. На рис. 2 представлен возможный перечень вариантов управления, обусловленных комбинациями типов критичных задач при использовании различных критериев оценивания результативности [9]. Так, например, если решаются КЗ с использованием только критерия пригодности, то можно рассматривать три случая: все КЗ точечные, все КЗ интервальные, смешанные КЗ (есть и точечные и интервальные КЗ). Для каждого варианта совокупности решаемых КЗ предлагается скалярный показатель качества их решения, который позволяет сравнивать различные планы деятельности вуза в условиях распространения ООИ.



Рис. 2. Перечень вариантов управления для решения КЗ при использовании различных критериев оценивания результативности

На рис. 3а представлена иллюстрация показателя качества решения нескольких КЗ точечного типа, что соответствует варианту управления № 1 из перечня вариантов управления для решения КЗ при использовании различных критериев (перечень вариантов управления, рис. 2). Условия выбора варианта управления: используется только критерий пригодности, решаются три КЗ, которые являются точечными. На рис. 3а период  $[t_n, t_k]$  является рассматриваемым периодом, в течение которого должны быть выполнены первая, вторая и третья КЗ к моментам времени соответственно  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$ . Для решения каждой КЗ устанавливаются свои требования по здоровому личному составу, которые задаются значениями  $\delta_i^{Tp}$ . Графики функций  $\delta_k(t)$  отражают доли здорового личного состава. Индекс  $k$  – соответствует варианту управления, осуществляемому в рамках рассматриваемых задач в период  $[t_n, t_k]$ .

После расчета всех  $k$  вариантов  $\delta_k(t)$  анализируются и отбраковываются те варианты, которые не соответствуют критериям пригодности. Например, на рис. 3 должны быть отбракованы варианты управления, соответствующие  $\delta_2(t)$ ,  $\delta_3(t)$  и  $\delta_6(t)$ , так как для  $k = 2$  не выполняется критерий пригодности для 2-й КЗ, для  $k = 3$  не выполняется критерий пригодности для второй и третьей КЗ, а для  $k = 6$  не выполняется критерий для третьей КЗ. Для выбора из остальных вариантов, а именно для  $k = 1, 4$  и  $5$ , которые соответствуют критерию пригодности, может использоваться выражение. Показателем качества решения задач данного типа может являться максимальная суммарная доля  $\delta_k(t)$  здорового личного состава:

$$k = \max \sum_{i=1}^z \delta_k(t_i), \quad (1)$$

где  $z$  – количество точечных критичных задач, выполняемых в рассматриваемый период  $[t_n, t_k]$ .

В том случае, когда по критерию пригодности ни один вариант управления не подходит, а требуется принять решение, необходимо изменять (ослаблять) требования к выполнению КЗ. Например, заменять невыполняемые критерии пригодности на критерии оптимальности либо понижать требования критериев пригодности.

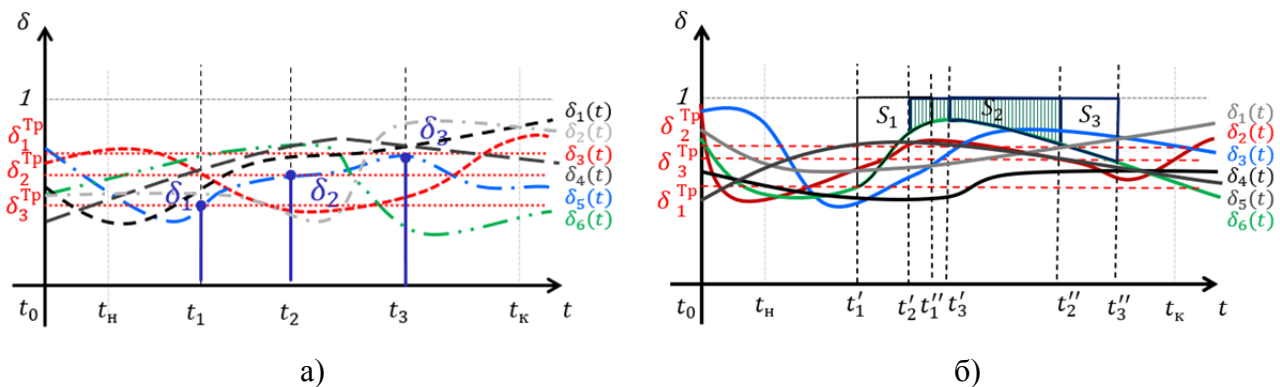


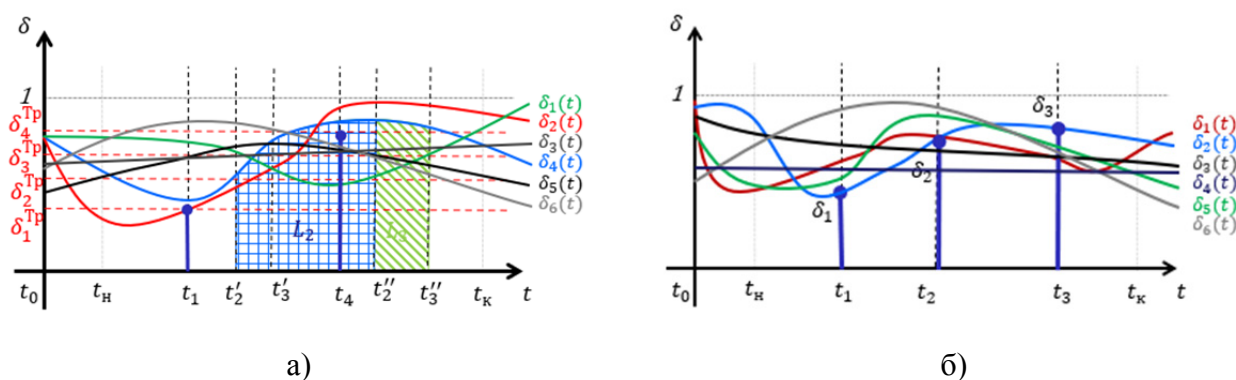
Рис. 3. Иллюстрация показателя качества решения нескольких КЗ:

а) точечного типа и выбора варианта управления с требуемой долей здорового личного состава; б) интервального типа и выбора варианта управления с требуемой долей здорового личного состава

На рис. 3 б представлена иллюстрация показателя качества решения КЗ, что соответствует варианту управления № 2 из перечня вариантов управления (рис. 2). Условия выбора варианта управления: используется только критерий пригодности, решаются три КЗ, которые являются интервальными. На рис. 3 б, как и на рис. 3 а, рассматривается период  $[t_n, t_k]$  и выполняются три КЗ, только уже интервальные, для выполнения которых необходимо обеспечить требуемое количество здоровых людей в заданный период. После отбрасывания вариантов, где условия по критерию пригодности не выполняются, скалярным показателем качества решения задач данного типа может являться суммарная площадь  $S$  всех площадей  $S_i$  в периоды  $[t_i', t_i'']$  над соответствующим графиком функций  $\delta_i(t)$ . Выбираемый вариант  $k$  будет соответствовать минимальному значению суммарной площади, что отражает следующее выражение:

$$k = \min_k \sum_{i=1}^z S_i(k). \quad (2)$$

На рис. 4 а представлена иллюстрация показателя качества для более сложной ситуации, которая соответствует варианту управления № 3 из перечня вариантов управления (рис. 2). Здесь рассматриваются смешанные задачи (интервальные и точечные) по две штуки каждого типа с использованием критерия пригодности.



**Рис. 4. Иллюстрация показателя качества решения нескольких КЗ:**  
**а) смешанных КЗ при использовании критерия пригодности; б) точечного типа и выбора оптимального варианта управления**

На оси времени числовые индексы  $i$  при  $t_i$  обозначают номера задач, причем первая и четвертая являются точечными, вторая и третья являются интервальными. Моменты времени  $t_1, t_4$  обозначают те моменты времени, в которые для соответствующей точечной задачи должна обеспечиваться минимальная доля инфицированных военнослужащих. Периоды  $[t'_2, t''_2]$  и  $[t'_3, t''_3]$  соответствуют интервалам для интервальных задач (под номером 2 и 3), в которые должно обеспечиваться требуемое число здорового личного состава. Как и в предыдущем случае графики  $\delta_k(t)$  отражают временные зависимости числа здорового личного состава, соответствуют  $k$  варианту управления. После отбрасывания тех вариантов управления, для которых не выполняются критерии пригодности хотя бы по одной задаче, для оставшихся вариантов используется свертка показателей в следующей форме:

$$G(k) = \sum_{e=1}^r w_e \delta_k(t_e) + \sum_{j=1}^g w_j \rho_j(k), \quad (3)$$

где  $r$  и  $g$  – число точечных и интервальных задач соответственно (оставшихся после отбрасывания не подошедших вариантов управления);  $\rho_j$  – доля здорового личного состава при решении интервальной  $j$ -й задачи;  $w_e$  и  $w_g$  – веса критических задач, отвечающих требованию нормировки:

$$\sum_{e=1}^r w_e + \sum_{j=1}^g w_g = 1.$$

Веса  $w_e$  и  $w_g$  позволяют учитывать различную важность КЗ. Если важность одинакова, то  $w_e = w_g = \frac{1}{r+g}$ .

Выражение для расчета  $\rho_j(k)$  имеет вид:

$$\rho_j(k) = \frac{L_j(k)}{(t''_j - t'_j)} = \frac{\int_{t'_j}^{t''_j} \delta_k(t) dt}{(t''_j - t'_j)},$$

где  $L_j(k)$  – площадь под графиком  $\delta_k(t)$  на интервале  $[t'_j, t''_j]$ .

Тогда выбор варианта управления описывается следующим выражением:

$$k = \underset{\{k\}}{\operatorname{argmax}} G(k) = \underset{\{k\}}{\operatorname{argmax}} \left[ \sum_{e=1}^r w_e \delta_k(t_e) + \sum_{j=1}^g w_j \rho_j(k) \right]. \quad (4)$$

Если по критериям пригодности отбраковываются все варианты, то необходимо «ослаблять» требования к выполнению КЗ.



На рис. 4 б представлена иллюстрация показателя качества решения нескольких критичных задач точечного типа, что соответствует варианту управления № 4 из перечня вариантов управления (рис. 2). Условия выбора варианта управления: используется критерий оптимальности, решаются три КЗ, которые являются точечными. На рис. 4 б, как и на рис. 3 рассматривается такой же период  $[t_n, t_k]$ , и выполняются три точечные задачи. Наилучшим вариантом решения задач также является нахождение максимальной суммарной доли  $\delta_k(t)$  здорового личного состава, необходимого для решения всех КЗ и вычисляется по формуле (1).

На рис. 5 а представлена иллюстрация показателя качества решения КЗ, что соответствует варианту управления № 5 из перечня вариантов управления (рис. 2). Условия выбора варианта управления: используется критерий оптимальности, КЗ одна и является интервальной. На рис. 5 а период  $[t_n, t_k]$  является рассматриваемым периодом, в течение которого в период  $[t'_1, t'_2]$  интервальная КЗ «требует» минимизировать долю инфицированного личного состава. В данном случае показателем качества решения задачи является минимальная площадь  $S^{min}$  над графиком функции  $\delta_k(t)$  в период  $[t'_1, t'_2]$ :

$$S^{min}(k) = t'_1 - t_1 - \int_{t'_1}^{t''_1} \delta_k(t) dt.$$

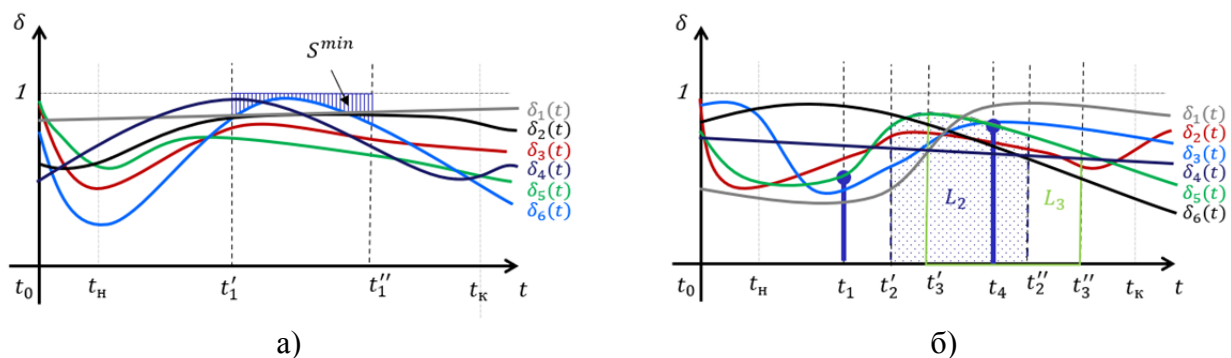


Рис. 5. Иллюстрация показателя качества решения нескольких КЗ:  
а) одной КЗ интервального типа при использовании критерия оптимальности;  
б) смешанных КЗ при использовании критерия оптимальности

Тогда выбор  $k$ -го варианта управления описывается следующим выражением:

$$k = \underset{\{k\}}{\operatorname{argmin}} S^{min}(k) = \underset{\{k\}}{\operatorname{argmin}} \left[ (t''_1 - t'_1) - \int_{t'_1}^{t''_1} \delta_k(t) dt \right].$$

То есть, выбирается такой вариант управления, который минимизирует суммарные потери по каждому дню в рассматриваемый период выполнения КЗ.

На рис. 5 б представлена иллюстрация показателя качества решения критичных задач, соответствующих варианту управления № 6. Здесь рассматривается решение смешанных по две штуки каждого типа задач (интервальных и точечных) с использованием критерия оптимальности. На рис. 5 б все обозначения схожи с вариантом управления № 3, где все КЗ решаются с использованием критерия оптимальности. Тогда выбор варианта управления описывается тем же выражением (4), что и выбор варианта управления № 3.

Условия выбора вариантов управления № 7–9 отличаются от вышеприведенных вариантов управления тем, что при решении точечных, интервальных или смешанных КЗ будем использовать оба критерия: пригодности и оптимальности. Наилучший вариант управления определяется исключением всех вариантов, не пригодных по условию критерия пригодности конкретной КЗ, далее применяем критерий оптимальности и находим

наилучший вариант управления для точечных задач с помощью выражения (1), для интервальных задач – выражением (2), а для смешанного типа задач – выражением (4).

В том случае, когда по критерию пригодности ни один вариант управления не подходит, а требуется принять решение, необходимо изменять (ослаблять) требования к выполнению КЗ. Например, заменять невыполняемые критерии пригодности на критерии оптимальности либо понижать требования критериев пригодности.

После выбора рационального варианта управления деятельностью вузом в условиях распространения ООИ, формируются предложения в решение начальника на организацию деятельности вуза в условиях распространения ООИ. В предложениях описан режим обучения, характер проживания личного состава, график вакцинации и т.д.

### Пример выбора варианта управления вузом в условиях распространения коронавируса

В целях иллюстрации применимости разработанного научно-методического аппарата для подготовки решения на организацию деятельности вуза в условиях распространения ООИ рассмотрим пример с ситуационными условиями распространения COVID-19, соответствующими началу 2022 г. На рис. 6 приведен график регистрации случаев заболевания в России с 1 января 2022 г. [10].

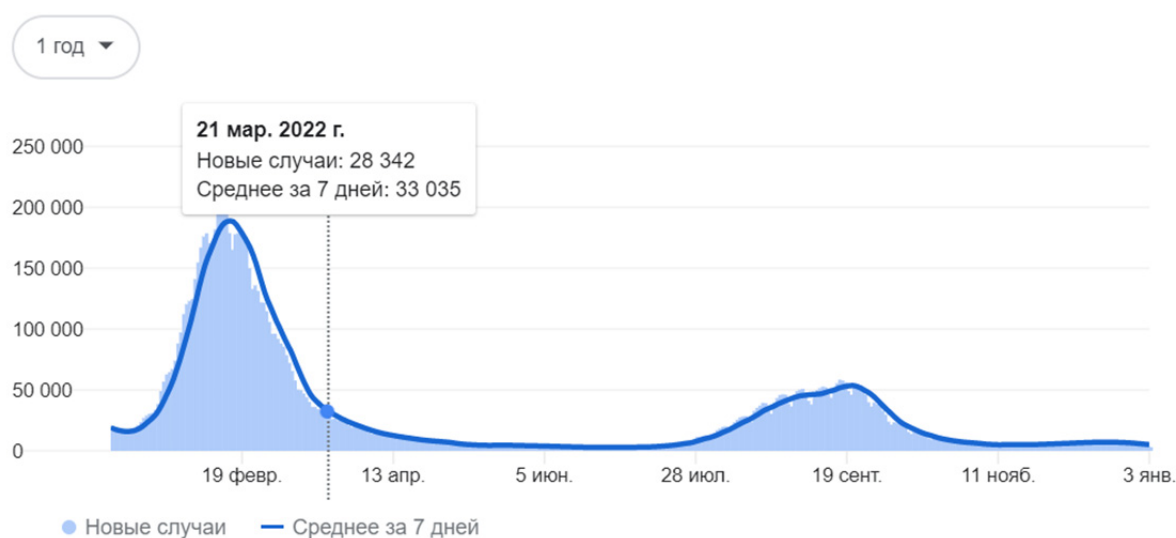


Рис. 6. График распространения ООИ в рамках сценария ситуационных условий примера подготовки предложений в решение на организацию деятельности вуза

Перечень КЗ при распространении ООИ в рамках рассматриваемого примера приведен в табл. 2. Там же в соответствии с табл. 2 приведены критерии, определяющие выполнимость задач.

Емкость лазарета будем полагать равной 200 коек, еще 800 койко-мест имеются в резерве. Вакцина выделена равномерно на 5 тыс. чел. на пять месяцев, то есть по 35 доз в сутки, начиная с 10 января 2022 г. Данные значения правдоподобны, но не являются истинными для конкретного вуза.



**Перечень КЗ на период с 1 января 2022 г. по 31 мая 2022 г.**

№	Критичная по численности личного состава задача	Номера подразделений	Численность	Период	Критерии, определяющие выполнимость задачи
1	Убытие курсов на войсковую стажировку	65, 55, 25	300	01.01.2022–02.03.2022	Оптимальности
2	Проведение тренировок парадного расчета	12, 13, 14, 32, 33, 22, 23, 24,	450	10.01.2022–20.03.2022	Оптимальности
3	Убытие курсов на парад в Москву	12, 13, 14, 32, 33, 22, 23, 24,	450	20.03.2022	Оптимальности
4	Оказание госпитальной помощи в лазарете	Кроме перечисленных в пп. 1–3	4 000	1.01.2022–31.05.2022	Пригодности

Иллюстрация результатов расчета приведена для нескольких вариантов способа организации деятельности вуза:

Вариант № 1 – образовательная деятельность проводится в обычном режиме.

Вариант № 2 – образовательная деятельность проводится в обычном режиме, вакцинируются сначала курсанты парадных расчетов, потом все остальные, используются маски.

Вариант № 3 – образовательная деятельность проводится в обычном режиме, курсанты парадных расчетов и уезжающие на стажировку переведены на карантин в казарму, вакцинируются сначала курсанты парадных расчетов, потом все остальные, используются маски.

Вариант № 4 – образовательная деятельность проводится в смешанном режиме – дистанционном и очном форматах в соотношении 2 к 1, все курсанты, имеющие возможность, отправлены на проживание в город (70 % проживают в городе «не скученно»), вакцинируются сначала курсанты парадных расчетов, потом все остальные, используются маски.

Вариант № 5 – образовательная деятельность проводится с учетом управления деятельностью вуза при распространении ООИ (смешанные режимы проживания, обучения, изменение расписания занятий).

На рис. 7 приведена лепестковая диаграмма качества решения критичных задач в зависимости от варианта способа организации деятельности вуза. На диаграмме видно, что вариант № 5 не хуже остальных по результативности каждой из четырех КЗ. Однако может быть такая ситуация, когда для варианта управления результативность по одной критической задаче будет лучше, а по другой хуже. В этих случаях будет затруднительно осуществлять выбор наилучшего варианта.

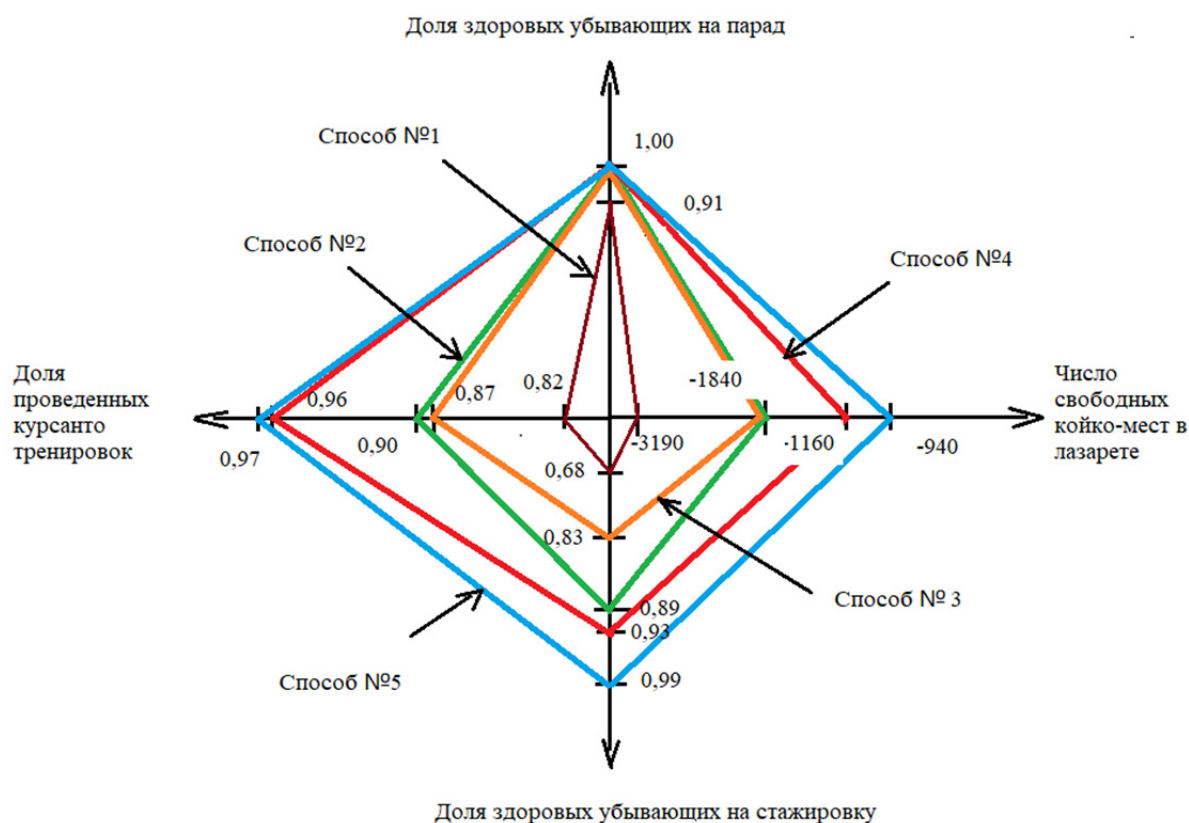


Рис. 7. Лепестковая диаграмма оценивания качества решения КЗ в условиях распространения ООИ

Поэтому, для оценивания качества варианта управления деятельностью вуза были проанализированы КЗ, которые соответствуют варианту № 9 (рис. 2, наличие критериев оптимальности и пригодности, КЗ смешанного типа). В качестве скалярного показателя качества использовалось выражение (3), веса КЗ считались равными. Значения свертки показателей приведены в табл. 3. В соответствии с критерием выбора (4), наилучшим вариантом является вариант № 5.

Таблица 3

#### Обобщенные результаты качества решения КЗ при распространении ООИ

№ варианта	Показатели качества решения критичны для распространения ООИ задач				Свертка показателей
	Убытие на парад в Москву (доля здорового личного состава на момент убытия)	Проведение тренировок к параду (доля $Q_T$ проведенных курсанто-тренировок)	Убытие на стажировку (доля здорового личного состава на момент убытия)	Обеспечение койко-мест в лазарете (минимальное число свободных коек в лазарете)	
Вариант 1	0,91	0,82	0,68	-3190	0,82
Вариант 2	1,00	0,90	0,89	-1840	0,89
Вариант 3	1,00	0,87	0,83	-1840	0,88
Вариант 4	1,00	0,96	0,93	-1160	0,91
Вариант 5	1,00	0,98 (в два раза уменьшено число тренировок)	0,99	-940	0,93

Таким образом, пример иллюстрирует, что предложенный скалярный показатель качества плана деятельности вуза отражает наилучшее качество варианта, которое визуально наблюдается на диаграмме результатов оценивания качества решения КЗ в условиях распространения ООИ. Технология проведения расчетов позволяет автоматизировать этот процесс. Поэтому возможно создать универсальные программные модули, позволяющие рассчитывать в системах поддержки принятия решений поражение личного состава в условиях вирусного распространения негативных воздействий.

### Заключение

В настоящее время в противоборстве побеждает тот, кто быстрее и точнее как прогнозирует развитие обстановки, так и учитывает её при принятии решения. Несмотря на взрывной рост информационных технологий, системы поддержки принятия решения еще не заняли потенциальную нишу в системе планирования деятельности крупных организаций. Это в полной мере относится к учету негативных воздействий вирусного характера на организационно-технические системы. К негативным воздействиям вирусного характера относятся: особо опасные инфекции, информационно-психологическое воздействие, информационно-технические воздействия вирусной природы на элементы инфотелекоммуникационных систем. Несмотря на различную природу данных воздействий модели для описания распространения данных воздействий являются похожими. Это позволяет сделать вывод о возможности разработки универсальных систем поддержки принятия решений. Функционал данных средств позволял бы описывать, во-первых, уровень поражения вследствие негативных воздействий вирусного характера. Во-вторых, рационально подходить к выбору управляющих воздействий с целью минимизации уровня поражения.

В данной статье предлагается система скалярных показателей и использующих их критериев для выбора плана деятельности вуза в условиях распространения особо опасных инфекций. Приведен пример, подтверждающий правомерность предложенного подхода.

Сама идея свертки показателей качества решения малосвязанных и решаемых на одном временном периоде задач может быть использована и в других предметных областях для создания автоматизированных систем поддержки принятия решений.

### Список источников

1. Гнидко К.О., Макаров С.А., Нагорный Д.С. Поддержка принятия решения о введении особых режимов в вузах Министерства обороны Российской Федерации // Труды Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. 2021. Вып. 678. С. 346–355.
2. Девяткин А.М., Раков Е.С., Теренин А.Е. Адаптация SIR-моделей для решения задач организации обучения в вузе в условиях распространения новой коронавирусной инфекции // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2022. Вып. 682. С. 262–272.
3. Постников В.М., Спиридонов С.Б. Многокритериальный выбор варианта решения на основе аддитивной свертки показателей, являющихся членами арифметических прогрессий // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 11. С. 443–464.
4. Савруков А.Н., Савруков Н.Т. Методический подход и критерии оценки эффективности государственного управления в регионах // Финансы и кредит. 2017. Т. 23. Вып. 7. С. 388–402.
5. Интегральная оценка качества жизни населения г. Санкт-Петербурга и г. Москвы / Л.М. Боблакова [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. 2014. № 3–1. С. 91–95.

6. Леонова Т.И., Калажокова Ю.А. Квалиметрическая модель оценки качества научно-технических работ // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 6–1. С. 143–147.
7. Kermack W.O., McKendrick A.G. A contribution to the mathematical theory of epidemics // *Proceedings of the Royal Society*. 1927. № 115. P. 700–721.
8. Леоненко В.Н. Математическая эпидемиология: учеб.-метод. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2018. 38 с.
9. Петухов Г.Б. Теория эффективности целенаправленных процессов. МО СССР, 1989. 660 с.
10. Коронавирус: статистика // Яндекс. 2023. URL: <https://www.yandex.ru/covid19> (дата обращения: 15.01.2023).

### References

1. Gnidko K.O., Makarov S.A., Nagornyj D.S. Podderzhka prinyatiya resheniya o vvedenii osobyh rezhimov v vuzah Ministerstva oborony Rossijskoj Federacii // *Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii imeni A. F. Mozhajskogo*. 2021. Vyp. 678. S. 346–355.
2. Devyatkin A.M., Rakov E.S., Terenin A.E. Adaptaciya SIR-modelej dlya resheniya zadach organizacii obucheniya v vvuze v usloviyah rasprostraneniya novoj koronavirusnoj infekcii // *Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii imeni A.F. Mozhajskogo*. 2022. Vyp. 682. S. 262–272.
3. Postnikov V.M., Spiridonov S.B. Mnogokriterial'nyj vybor varianta resheniya na osnove additivnoj svertki pokazatelej, yavlyayushchihsya chlenami arifmeticheskikh progressij // *Nauka i obrazovanie. MGTU im. N.E. Baumana. Elektron. zhurn.* 2015. № 11. S. 443–464.
4. Savrukov A.N., Savrukov N.T. Metodicheskij podhod i kriterii ocenki effektivnosti gosudarstvennogo upravleniya v regionah // *Finansy i kredit*. 2017. T. 23. Vyp. 7. S. 388–402.
5. Integral'naya ocenka kachestva zhizni naseleniya g. Sankt-Peterburga i g. Moskvy / L.M. Boblakova [i dr.] // *Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. 2014. № 3–1. S. 91–95.
6. Leonova T.I., Kalazhokova Yu.A. Kvalimetriceskaya model' ocenki kachestva nauchno-tekhnicheskikh rabot // *Fundamental'nye issledovaniya*. 2015. № 6–1. S. 143–147.
7. Kermack W.O., McKendrick A.G. A contribution to the mathematical theory of epidemics // *Proceedings of the Royal Society*. 1927. № 115. P. 700–721.
8. Leonenko V.N. Matematicheskaya epidemiologiya: ucheb.-metod. posobie. SPb.: Universitet ITMO, 2018. 38 s.
9. Petuhov G.B. Teoriya effektivnosti celenapravlennyh processov. MO SSSR, 1989. 660 s.
10. Koronavirus: statistika // Yandeks. 2023. URL: <https://www.yandex.ru/covid19> (data obrashcheniya: 15.01.2023).

**Информация о статье:**

Статья поступила в редакцию: 11.10.2023; одобрена после рецензирования: 03.12.2023;  
принята к публикации: 10.12.2023

**Information about the article:**

The article was submitted to the editorial office: 11.10.2023; approved after review: 03.12.2023;  
accepted for publication: 10.12.2023

*Сведения об авторах:*

**Девяткин Александр Михайлович**, начальник факультета Информационных технологий Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), доктор технических наук, профессор, e-mail: vka@mil.ru

**Раков Евгений Сергеевич**, преподаватель кафедры Информационно-аналитической работы Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), e-mail: vka@mil.ru

**Саратов Дмитрий Николаевич**, доцент кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (195105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: saratovdn@mail.ru, SPIN-код: 5068-0260

*Information about the authors:*

**Devyatkin Alexander M.**, head of the faculty of Information technologies of the Mozhaisky military space academy (197198, Saint-Petersburg, Zhdanovskaya st., 13), doctor of technical sciences, professor, e-mail: vka@mil.ru

**Rakov Evgeniy S.**, lecturer of the Department of Information and analytical work of the Mozhaisky military space academy (197198, Saint-Petersburg, Zhdanovskaya st., 13), e-mail: vka@mil.ru

**Saratov Dmitriy N.**, associate professor of the department of fire safety of buildings and automated extinguishing systems Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, assistant professor, e-mail: saratovdn@mail.ru, SPIN: 5068-0260