

# УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

DOI: 10.25987/VSTU.2019.91.18.006

УДК 519.87: 658.513

## ПРОЦЕДУРА ОТБОРА МЕРОПРИЯТИЙ, ВКЛЮЧАЕМЫХ В ПРОЕКТЫ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

**М.П. Дудкина, В.И. Мамонов**

Новосибирский государственный технический университет  
Россия, 630073, Новосибирск, К. Маркса пр-т, 20

**Введение.** На предприятиях машиностроения деятельность по разработке мероприятий с целью совершенствования процессов технической подготовки производства, инструментального обеспечения основного производства, внедрению информационных технологий в оперативно-производственное планирование производства осуществляется непрерывно. Совокупность таких мероприятий из разных функциональных областей формирует содержание проектов на предприятии.

**Данные и методы.** При включении мероприятий в проект каждое характеризуется показателями результативности (эффективности) и требует для реализации определённого количества ресурсов. Поскольку ресурсов всегда на предприятии меньше, чем эффективных направлений их использования, то требуется процедура предварительного отбора мероприятий, которые следует включать в проект. Предложена процедура, которая не всегда гарантирует оптимальное решение, но которую можно рассматривать как набор решающих правил при выборе мероприятий-претендентов, включаемых в состав проекта.

**Полученные результаты.** Процедура позволяет оперативно принимать решения о включении мероприятий в проект при изменении параметров модели. В качестве параметров модели выступают весовые коэффициенты, которые отражают значение мероприятий в аддитивном критерии эффективности. Решение получено в виде формульных выражений. Результаты в виде конечных формул оказываются полезными на этапе предварительного отсева мероприятий при формировании проекта.

**Заключение.** Предложенная постановка задачи формирования проектов мероприятиями и её решение позволяют использовать полученные результаты для оперативного принятия решений при наполнении проектов наиболее эффективными мероприятиями. Предварительный анализ и отбор мероприятий-претендентов для включения в проект является важным этапом в процедуре управления портфелем проектов в реальном режиме времени

**Ключевые слова:** производственная система, проект, мероприятия, критерий, ресурсы, портфель

### Для цитирования:

Дудкина М.П., Мамонов В.И. Процедура отбора мероприятий, включаемых в проекты развития и совершенствования производственных систем // Организатор производства. 2019. Т.27. № 1. С. 55-62. DOI: 10.25987/VSTU.2019.91.18.006

---

### Сведения об авторах:

**Марина Петровна Дудкина** (канд. ист. наук, доцент, [m.dudkina@corp.nstu.ru](mailto:m.dudkina@corp.nstu.ru)), доцент кафедры менеджмента.  
**Валерий Иванович Мамонов** (канд. экон. наук, доцент, [v.mamonov@corp.nstu.ru](mailto:v.mamonov@corp.nstu.ru)), заведующий кафедрой экономической информатики.

### On authors:

**Marina P. Dudkina** (Cand. Sci. (History), Assistant Professor, [m.dudkina@corp.nstu.ru](mailto:m.dudkina@corp.nstu.ru)), Assistant Professor of the Chair of Management.  
**Valeriy I. Mamonov** (Cand. Sci. (Economy), Assistant Professor, [v.mamonov@corp.nstu.ru](mailto:v.mamonov@corp.nstu.ru)), Head of the Department of economic Informatics.

**THE PROCEDURE FOR THE SELECTION OF EVENTS TO BE INCLUDED IN DEVELOPMENT PROJECTS AND IMPROVING PRODUCTION SYSTEMS**

**M.P. Dudkina, V.I. Mamonov**

Novosibirsk State Technical University  
20, K. Marks Av., Novosibirsk, 630073, Russia

**Introduction.** In machine-building enterprises activity on development of measures for the technological improvement of technical preparation of production, tool maintenance of primary production, introduction of information technologies in operational planning of production is carried out continuously. The combination of activities from different functional areas forms the content of the projects in the enterprise.

**Data and methods.** When you enable events in the project, each characterized by indicators of performance (efficiency) and requires the implementation of a certain number of resources. Enterprise resources are always less than the effective areas of use. Therefore it is necessary to apply the procedure of forming the list of activities that should be included in the project. The proposed procedure does not always guarantee optimal solutions but can be considered as a set of decision rules in the selection of events candidates for inclusion in the project.

**Results.** The procedure allows rapid decisions on the inclusion of activities in the project when you change the parameters of the model. As the parameters of the model are the weights that reflect the importance of the activities in additive performance criteria. The solution is obtained in the form of formulaic expressions. The results in the final formulas are useful at a preliminary stage of formation of the list of works for inclusion in the project.

**Conclusion.** The proposed formulation of the problem of the formation of the project activities and the solution allow to use the obtained results for operational decision-making when filling projects most effective activities. Preliminary analysis and selection of projects-applicants for inclusion in the project is an important step in the process of project portfolio management in real time

**Key words:** production system, project, activities ,criteria, resources, portfolio

**For citation:**

Dudkina M.P., Mamonov V.I. (2019) The procedure for the selection of events to be included in development projects and improving production systems. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 27(1), 55-62. DOI: 10.25987/VSTU.2019.91.18.006 (in Russian)

**Введение**

Управление производственными системами, как часть теории управления, является интенсивно развивающейся областью исследований, что подтверждается многочисленными публикациями по данной проблематике, а также спросом менеджмента предприятий на прикладные результаты этих исследований, которые востребованы бизнесом. Развитие методов и инструментов производственного менеджмента связано с разработкой совокупности мероприятий, являющихся элементной базой для формирования проектов на предприятии. Отбор мероприятий-претендентов для включения в проект является исходным этапом процесса управления проектами на предприятиях. Одним из важных направлений исследований в области управления производственными системами

является разработка экономико-математических моделей, механизмов и инструментария принятия решений по управлению проектом при заданных ограничениях [1,2,3].

**Теория**

Успешный бизнес многих компаний является следствием использования результатов прикладных исследований теории управления организационными системами, в соответствии с которыми компании представляют свою деятельность в виде совокупности мероприятий, реализуемых в определённой логической последовательности и объединяемых в проект. Большинство исследователей и практиков под проектом понимают целенаправленное изменение системы (её части) за установленное время для достижения определённых целей организации с учётом ресурсных ограничений [4,5,6,7].

Для обеспечения высокого рейтинга на рынке компания определяет стратегические цели обеспечения конкурентоспособности предлагаемых потребителю товаров, инновационных технологий и эффективных бизнес-процессов. Успешным залогом решения этих ключевых задач, стоящих перед компанией, является формирование портфеля проектов, а реализуемый перечень должны составлять те проекты, которые характеризуются наибольшей отдачей, удовлетворяют ресурсным возможностям и в наибольшей степени соответствуют стратегическим целям организации. При этом набор проектов (портфель) может состоять из попарно независимых проектов или частично зависимых в технологическом отношении. Наиболее сложной процедурой является расстановка приоритетов для проектов, формирование на её основе множества проектов, включаемых в портфель, а затем и успешная реализация таким образом определённой совокупности с использованием инструментария процессного и проектного подходов. Для решения этих задач в системе управления проектами компании организуют офис управления проектами, который руководствуясь стратегической инициативой осуществляет отбор проектов, расставляет приоритеты проектам в портфеле, обеспечивает проекты ограниченными ресурсами и разрешает конфликтные ситуации, координирует деятельность участников по реализации проектов. Такое организационное оформление новых функций неизбежно вызвано скоротечностью происходящих изменений большинства условий внешней среды, из-за которых организация подвергается постоянным изменениям и что заставляет её перестраивать и совершенствовать свой бизнес.

Таким образом, одной из важных задач менеджмента организации и офиса управления проектами является определение критериев, по которым они должны оцениваться, процедуры, лежащей в основе принятия решения о включении той или иной совокупности мероприятий в проект, а также критерия эффективности портфеля в целом. Определение таких критериев простой задачей не является. Критерии должны отражать количественно измеримые и существенные характеристики; показатели, составляющие критерии, должны восприниматься одинаково участниками в единой шкале,

чтобы представления о значимости тех или иных мероприятий проекта и проекта в целом, а также тактических и стратегических целей организации не различались существенно.

Начальным этапом процесса управления совокупностью мероприятий в портфеле является выработка стратегии предприятия. Данный этап представляет собой сложный процесс и часто представляет собой совокупность работ по обследованию предприятия с целью формирования перечня мероприятий, включаемых в проектную деятельность для решения наиболее важных тактических и стратегических задач. Стратегические цели организации следует рассматривать как входную информацию для определения совокупности намечаемых к реализации проектов, которые являются инструментами, обеспечивающими достижение сформулированных целей. Окончательный состав мероприятий в проектах может быть определён после решения задачи выбора из потенциально возможных таких проектов, которые в большей степени отвечают поставленным целям предприятия и удовлетворяют ресурсным ограничениям.

Решение данной задачи необходимо требует определения системы критериев, на основе которых следует делать выводы о соответствии каждого проекта сформулированным целям. Для обоснованного включения мероприятий в проекты, а их в состав портфеля требуется использование не одного, а нескольких критериев, т.е. изначально постановка задачи является многокритериальной. Задача многократно усложняется ещё и потому, что численные значения критериев результативности определяются на основе мнений экспертных групп, которые зачастую по разным причинам могут формулировать лишь интервальные (нечёткие) оценки параметров результативности.

Совершенно очевидно, что чем больше альтернативных мероприятий в проекте, тем большим окажется число вариантов портфелей в организации. Чем больше проектов, тем сложнее в случае многих критериев качественный анализ всех вариантов. Вместе с тем, чем большее число вариантов портфелей подвергается содержательному анализу, тем с большей вероятностью будет определён тот, параметры которого наиболее тесно коррелируют с поставленными целями предприятия. Поэтому

необходим механизм предварительного отбора (отсева) менее эффективных мероприятий, входящих в проект как с точки зрения степени их вклада в достижение требуемых результатов, так и с точки зрения востребованности имеющихся ограниченных ресурсов. Использование таких процедур сокращения мероприятий, формирующих проект, позволяет определиться предприятию с окончательным множеством проектов, а далее приступить к этапу реализации портфеля проектов в реальном режиме времени. Этап реализации предполагает более точную оценку результативности отдельных проектов, планирование процесса, оперативное управление портфелем проектов, а также использование инструментов экономико-математического моделирования и систем автоматизированного проектирования процесса в целом.

На предприятиях машиностроения с дискретным характером производства осуществляется перманентный процесс разработки мероприятий по совершенствованию процессов технической подготовки производства, инструментальному обеспечению основного производства, внедрению информационных технологий в деятельность подразделений, занимающихся оперативно-производственным планированием и диспетчированием производства [8,9,10,11,12,13,14,15]. Совокупность таких мероприятий из разных функциональных областей формирует содержание проектов на предприятии. При включении мероприятий в проект каждое характеризуется показателями результативности (эффективности) и для реализации требует определённого количества ресурсов. Поскольку ресурсов на предприятии всегда меньше, чем эффективных направлений их использования, то необходимо возникает задача предварительного отсева заведомо неэффективных мероприятий или обеспечение их ресурсами не в полном объёме с учётом получаемого при этом показателя результативности.

#### Данные и модель

При формальной постановке задачи будем исходить из следующих предположений. Для выполнения каждого мероприятия-претендента на включение в проект необходим определённый объём финансирования, который заранее точно определён быть не может по разным условиям.

Поэтому на предварительном этапе экспертами определяется такое значение объёма финансирования мероприятия, которое обеспечивает его реализацию в целом, допуская определённую величину дополнительного финансирования в случае его включения в проект и реализацию последнего в реальном календарном времени. Не вызывает возражений и восприятие зависимости эффективности (результативности, степени выполнения мероприятия) от величины ресурсного обеспечения: чем в большей степени соответствует выделяемая величина ресурса на мероприятие проекта требуемому объёму, тем с большей вероятностью проект будет завершён.

Если через величину  $s_i, i = 1, \dots, n$  обозначить величину ресурсов, выделяемых на реализацию  $i$ -го мероприятия, то можно предложить следующую зависимость между степенью выполнения и величиной выделяемого ресурса:

$\varphi(s_i) = 1 - e^{-a_i \cdot s_i}$  - монотонно возрастающая функция, значение которой близко к единице, когда переменная  $s_i$  соответствует объёму выделяемых ресурсов на мероприятие, определённому экспертным путём; параметр  $a_i = const$  устанавливает связь между требуемым объёмом ресурсов на мероприятие и значением функции при  $\varphi(s_i) \rightarrow 1$ .

Объём ресурса всех мероприятий-претендентов в состав проекта  $S$  является ограниченной величиной и должен быть распределён между ними таким образом, чтобы мероприятия, составляющие проект, в наибольшей степени соответствовали бы сформулированным целям предприятия. Будем считать, что значимость каждого мероприятия оценивается экспертным сообществом положительной величиной  $0 < v_i < 1$ , сумма которых равна единице. В этих предположениях вполне допускается аддитивный критерий (в виде свёртки) для оценки достижимости целей предприятия при реализации процедуры предварительного отбора мероприятий в состав проекта.

Таким образом, задача состоит в максимизации при условии:

$$\sum_{i=1}^n v_i \cdot \left(1 - e^{-a_i \cdot s_i}\right) \quad (1)$$

**Методы**

Аналогичные задачи оптимизации в классическом анализе решаются с помощью множителей Лагранжа. Однако применение классического метода Лагранжа при решении прикладных задач затруднено по многим причинам и, прежде всего, по причине размерности. Искать абсолютный максимум функции  $n$  переменных, даже если функция дифференцируема, весьма трудоёмко. А если учесть, что экстремум может достигаться на границе, то к исследованию стационарных точек внутри области прибавляется исследование стационарных точек на её границе. Методы нелинейного программирования оказываются эффективными лишь при ряде дополнительных свойств рассматриваемых функций. Методы динамического программирования более приспособлены к решению задач с дискретными переменными, чем с непрерывными, что в последнем случае требует использования сетки с определённым шагом. Далеко не всегда удаётся получить аналитическое решение уравнений Беллмана, хотя именно аналитическое решение оказывается полезным при выявлении структуры оптимального решения. Поэтому можно считать целесообразным для решения задачи (1) использовать эвристические алгоритмы, которые не гарантируют оптимального решения, но могут представлять собой решающие правила при выборе мероприятий-претендентов в состав проекта для обеспечения требуемого критерия задачи.

При решении задачи (1) воспользуемся леммой Гиббса [16], в соответствии с которой

$$v_i \cdot a_i \cdot e^{-a_i \cdot s_i} = \begin{cases} \lambda, & s_i > 0, \\ \leq \lambda, & s_i = 0. \end{cases}$$

Если  $v_i \cdot a_i \leq \lambda$ , то  $s_i = 0$ . Если же

$$v_i \cdot a_i > \lambda, \text{ то } s_i = \frac{1}{a_i} \ln \frac{v_i \cdot a_i}{\lambda}.$$

Проранжируем величины  $v_i \cdot a_i$   $i = 1, \dots, n$  в порядке убывания:

$$v_{i_j} \cdot a_{i_j} = \max_{i \in I - \{i_1, i_2, \dots, i_{j-1}\}} \{v_i \cdot a_i\} \text{ так,}$$

что  $v_{i_1} \cdot a_{i_1} \geq v_{i_2} \cdot a_{i_2} \geq \dots \geq v_{i_n} \cdot a_{i_n}$  и, приняв, что  $i_k = k$ , получим последователь-

ность значений при следующем отношении порядка между ними:

$$v_1 \cdot a_1 \geq v_2 \cdot a_2 \geq \dots \geq v_n \cdot a_n.$$

Определим функцию  $f(\lambda)$  как сумму ресурсов, затрачиваемых на мероприятия с индексами, для которых  $v_k \cdot a_k > \lambda$ :

$$f(\lambda) = \sum_{k: v_k \cdot a_k > \lambda} \frac{1}{a_k} \ln \frac{v_k \cdot a_k}{\lambda}.$$

Функция  $f(\lambda)$  является непрерывной и строго убывающей ( $\lambda > 0$ ). Поэтому уравнение  $f(\lambda) = S$  имеет единственный корень  $\lambda^*$ , определяющий искомое значение параметра  $\lambda$ . Пусть условие  $v_k \cdot a_k > \lambda$  выполняется для всех номеров, включая  $k_0$ . Тогда

$$\sum_{k=1}^{k_0} \frac{1}{a_k} \cdot \ln \frac{v_k \cdot a_k}{\lambda} = S.$$

При этом искомое значение  $\lambda^* = e^\mu$ ,

$$\mu = \frac{\sum_{k=1}^{k_0} \frac{1}{a_k} \cdot \ln v_k \cdot a_k - S}{\sum_{k=1}^{k_0} \frac{1}{a_k}}.$$

**Результаты**

При известном значении  $\lambda^*$  находим величины ресурсов  $s_k$ , направляемые для реализации мероприятия, по правилу:

$$s_k = \frac{1}{a_k} \cdot \ln \frac{v_k \cdot a_k}{\lambda^*}, k = 1, \dots, k_0;$$

$$s_k = 0, k = k_0 + 1, \dots, n.$$

Если исходные данные задачи таковы, что  $v_k \cdot a_k$  можно считать одинаковой величиной  $S$  для всех рассматриваемых в задаче мероприятий, то значение параметра  $\lambda$  при этом равно

$$\lambda = e^{\mu_1}, \text{ где } \mu_1 = \frac{\ln C \cdot \sum_{k=1}^n \frac{1}{a_k} - S}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{a_k}}.$$

Значение ресурсов  $s_k$  есть

$$s_k = S \cdot \left( a_k \cdot \sum_{k=1}^n \frac{1}{a_k} \right)^{-1}, \quad i = 1, \dots, n.$$

### Заключение

В области управления портфелем проектов рассмотренная задача является частной, поскольку предназначена для отбора мероприятий при формировании конкретного проекта, реализация которого не ориентирована на стратегический горизонт планирования. Однако её практическая реализация требует большого объёма работы, связанной с подготовкой достаточной информации по мероприятиям, концептуальную проработку вопросов о показателях результативности мероприятий и их значимости. Весьма важным является оперативное принятие решений о включении мероприятий в проект, отражение изменения параметров в модели (1) и получение варианта решения для его анализа. Решение, полученное в форме конечных формул, должно оказаться полезным на этапе предварительного отсева мероприятий при формировании проекта, так как позволяет в оперативном режиме производить необходимые расчёты при изменении параметров модели.

При управлении проектом основной задачей является разработка моделей и механизмов (процедур) принятия решений при заданных ограничениях: учёт технологической зависимости, распределение ограниченных ресурсов, планирование и учёт сроков выполнения, отражение в механизмах принятия решений в условиях риска. Такие экономико-математические модели и разработанные до соответствующего уровня процедуры принятия решений являются основой для проектирования автоматизированных систем управления портфелями проектов на уровне предприятия в целом [17,18,19,20]. Автоматизированная система управления портфелями проектов направлена на обеспечение поддержки управленческих реше-

ний на основе автоматизации рутинных операций, которые содержатся в процедурах принятия решений и других направлениях деятельности организации по управлению проектами, которая регламентируется информационно-нормативными документами, совокупностью экспертных суждений, измерений и оценок, статистических данных и информации по оперативному управлению процессом реализации проектов.

### Библиографический список

1. Организация производства и управление предприятием: учебник / [Туровец О. Г. и др.]; под ред. О. Г. Туровца. 2-е изд. М.: ИНФРА-М, 2009. 544 с.
2. Перевощиков Ю.С. Управление проектами в машиностроении. Учебное пособие. М.: ИНФРА-М. 2014. 233 с.
3. Фатхутдинов, Р. А. Производственный менеджмент : учеб. для высш. учеб. заведений по экон. специальностям и направлениям. 6-е изд. СПб.: Питер. 2008 . 494 с.
4. Управление проектами: Учебник и практикум для академического бакалавриата / А.И. Балашов, Е.М. Рогова, М.В. Тихонова и др. - Люберцы: Юрайт, 2016. 383 с.
5. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. М.: Синтег. 1997. 188 с.
6. Воропаев В.И. Управление проектами в России. М.: Аланс.1995.225 с.
7. Управление проектами. Учебное пособие для студентов. / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге. Под общ. ред. И.И. Мазур. М.: Омега-Л. 2014. 960 с.
8. Вороненко В.П., Соломенцев Ю.М., Схиртладзе А.Г. Проектирование машиностроительного производства; под ред. член-корр. РАН Ю.М. Соломенцева. М.: ИЦ МГТУ «СТАНКИН», Янус-К, 2002. 348 с.
9. Новицкий Н.И. Организация производства на предприятиях: Учеб. метод. пособие. М.: Финансы и статистика, 2002. 392 с.
10. Организация и планирование машиностроительного производства: произв. менеджмент: учеб. для вузов по машиностроит. и приборостроит. специальностям / [Ю. В. Скворцов, Л. А. Некрасов, В. В. Степанов и др.]; под ред. Ю. В. Скворцова, Л. А. Некрасова. М.:

Высш. шк. 2003. 470 с.

11. Татевосов К.Г. Основы оперативно-производственного планирования на машиностроительном предприятии. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение: Ленингр. отд-ние. 1985. 278 с.

12. Бухалков М.И. Производственный менеджмент: организация производства. Учебник. 2-е изд. М.: НИЦ ИНФРА-М. 2015. 395 с.

13. Производственный менеджмент: Учебник. Под ред. В.А. Козловского. М.: ИНФРА-М. 2005. 574 с.

14. Сачко Н.С. Организация и оперативное управление машиностроительным производством: Учебник. Мн.: Новое знание, 2005. 636 с.

15. Стерлигова А.Н., Фель А.В. Операционный (производственный) менеджмент: Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М. 2009. 187 с.

16. Морозов В.В., Сухарев А.Г., Фёдоров В.В. Исследование операций в задачах и упражнениях. М.: Высш. шк. 1986. 287 с.

17. Баркалов С.А., Воропаев В.И., Секлетова Г.И. Математические основы управления проектами. Учеб. пособие. М.: Высш.шк. 2005. 423 с.

18. Гультияев, А.К. Project Professional 2003 Управление проектами. СПб.: Корона Принт. 2012. 512 с.

19. Гламаздин Е.С., Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы управления корпоративными программами: информационные системы и математические модели. М.: Спутник+. 2001. 159 с.

20. Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. Модели и методы управления портфелями проектов. М.: ПМСОФТ. 2005. 206 с.

Поступила в редакцию – 01 февраля 2018 г.

Принята в печать – 22 марта 2019 г.

### References

1. Organization of production and enterprise management: Textbook/ Turovec O. G. [and others]; under editorship of O. G. Turovec. The second edition. Moscow: INFRA-M, 2009. 544 p.

2. Perevoshnikov Ju.S. (2014). Project management in mechanical engineering: Learning guide. Moscow: INFRA-M, 233 p.

3. Fathutdinov R. A. (2008). Production management: Textbook. The sixth edition. St. Petersburg: Piter, 494 p.

4. Balashov A.I. (2016) Project Management: A textbook and a workshop for academic baccalaureate/ A.I. Balashov, E.M. Rogova, M.V. Tihonova [and others]. Ljubercy: Jurajt, 383 p.

5. Burkov V.N., Novikov D.A. (1997). How to manage projects. Moscow: Sinteg, 188 p.

6. Voropaev V.I. (1995). Project management in Russia. Moscow: Alans, 225 p.

7. Shapiro V.D. (2014). Project management: Learning guide/ I.I. Mazur, V.D. Shapiro, N.G. Ol'derogge; under editorship of I.I. Mazur. Moscow: Omega- L, 960 p.

8. Voronenko V.P., Solomencev Ju.M., Shirladze A.G. (2002). Designing of machine-building production/ Under editorship of Ju.M. Solomencev. Moscow: IC MGTU «STANKIN», Janus-K, 348 p.

9. Novickij N.I. (2002). Organization of production in enterprises: Educational and methodical manual. Moscow: Finansy i statistika, 392 p.

10. Organization and planning of machine-building production: production management / Ju. V. Skvorcov, L. A. Nekrasov, V. V. Stepanov [and others]; under editorship of Ju. V. Skvorcov, L. A. Nekrasov. Moscow: Vyssh. shk. 2003. 470 p.

11. Tatevosov K.G. (1985). Fundamentals of operational and production planning at an engineering enterprise. Textbook. The second edition. Leningrad: Mashinostroenie: Leningr. otd-nie, 278 p.

12. Buhalkov M.I. (2015). Production management: the organization of production. Textbook. The second edition. Moscow: NIC INFRA-M, 395 p.

13. Production management: Textbook. Under editorship of V.A. Kozlovsky. Moscow: INFRA-M. 2005. 574 p.

14. Sachko N.S. (2005). Organization and operational management of machine-building production: Textbook. Minsk: Novoe znanie, 636 p.

15. Sterligova A.N., Fel' A.V. (2009). Operational (production) management: Learning guide. Moscow: INFRA-M, 187 p.
16. Morozov V.V., Suharev A.G., Fjodorov V.V. (1986). Investigation of operations in tasks and exercises. Moscow: Vyssh. shk., 287 p.
17. Barkalov S.A., Voropaev V.I., Sekletova G.I. (2005). Mathematical foundations of project management. Learning guide. Moscow: Vyssh. shk., 423 p.
18. Gul'tjaev, A.K. (2012). Project Professional 2003 Project management. St. Petersburg: Korona Print, 512 p.
19. Glamazdin E.S., Novikov D.A., Cvetkov A.V. (2001). Mechanisms for managing corporate programs: information systems and mathematical models. Moscow: Sputnik+, 159 p.
20. Matveev A.A., Novikov D.A., Cvetkov A.V. (2005). Models and methods for managing project portfolios. Moscow: PMSOFT, 206 p.

Received – 01 February 2019.

Accepted for publication – 22 March 2019.