

8. Жованик В.І. Формування структури управління ВНЗ в середовищі раціональних академічних ресурсів, її когнітивна модель / В.І. Жованик // Управління розвитком складних систем. – 2011. – № 5. – С. 95-102.
9. Жованик В.І. Оптимізація академічних ресурсів ВНЗ через п'ятисекторну виробничу еталонну, ієрархічну декомпозицію ресурсного середовища / В.І. Жованик // Управління розвитком складних систем. – 2012. – № 11. – С. 91-99.
10. Тесля Ю.Н. Комбинированный метод планирования проектов и процессов высших учебных заведений на базе рефлекторного алгоритма / Ю.Н. Тесля, А.А. Белощицкий, Д.М. Безмогорычный // Управління розвитком складних систем. – 2011. – № 8. – С. 116-120.
11. Рак Ю.П. Удосконалення процесу прийняття проектних рішень для ліквідації пожежі засобами комп'ютерного тренажера / Ю.П. Рак, О.Б. Зачко // Пожежна безпека. – 2011. – №19. – С.124-130.
12. Бушуев С.Д. Креативные технологии управления проектами и программами: Монография / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, И.А. Бабаев и др. – К.: "Саммит-Книга", 2010. – 768 с.
13. Бушуев С.Д. Інноваційні механізми інтуїтивного управління проектами та програмами/ С.Д. Бушуєв, Ю.В. Яцишин // Управління розвитком складних систем. – 2011. – № 6. – С. 27-32.
14. Драч І.Є. Вибір методів оцінки проектних ризиків вищого навчального закладу в умовах фінансової кризи / І.Є. Драч // Збірник тез доповідей дев'ятої міжнародної конференції "Управління проектами у розвитку суспільства". – Київ: Київський національний університет будівництва та архітектури, 2012. – С. 72-73.
15. Зачко О.Б. Обґрунтування регіональних портфелів проектів удосконалення безпеки життєдіяльності: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.12.22 / О.Б. Зачко; [Львівський державний університет безпеки життєдіяльності]. – Львів, 2010. – 20 с.
16. Придатко О.В. Моделювання процесу практичної підготовки фахівців оперативно-рятувальної служби при проектно-орієнтованому управлінні / О.В. Придатко // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності: Зб.наук.пр. – Львівський держ. ун-т БЖД, 2012. - № 6. – С.90-100.

Рецензент статті
д.т.н., проф. Рак Ю.П.

Стаття надійшла до редакції
04.02.2014 р.

УДК 005.8:005.41

Д.С. Катаев

МАТРИЧНОЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДОВЫМИ РЕСУРСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Представлена матричная модель управления трудовыми ресурсами в проектной и операционной деятельности промышленных предприятий. Выделены основные проблемы управления трудовыми ресурсами в проектной и операционной деятельности и намечены пути их решения. Рис. 2, табл. 3, ист. 15.

Ключевые слова: управление трудовыми ресурсами, проектная деятельность, операционная деятельность, планирование.

JEL L520

ВВЕДЕНИЕ

Постановка проблемы. Расширение сфер применения методологии управления проектами все чаще требует интеграции специфических и применяемых для управления проектами инструментов с непроектными подходами, методами и средствами. В первую очередь с инструментами

управления операционной деятельностью предприятий. Операционная и проектная деятельность отличаются, но, исходя из философских убеждений, они образуют единое целое. И это проявляется в проектно-ориентированных компаниях, в которых часть деятельности связана с инициацией и реализацией проектов, а часть является постоянной. Для эффективного управления этими видами деятельности нужно не просто их совершенствовать, а создать единую систему управления, объединяющую проектную и операционную деятельность. Такое видение побудило ко многим инициативам, связанных со взаимообогащением способов управления проектной и операционной деятельностью [1].

Несмотря на то, что вопрос организации управления проектами играет ключевую роль в существовании предприятий под проект и сбалансированных предприятий, центральной проблемой управления проектами промышленных предприятий всегда была и есть проблема оптимальной загрузки трудовых ресурсов. Ресурсы всегда ограничены. И требуют планового использования. Поэтому очень важно найти в этих условиях научное решение задачи оптимальной загрузки трудовых ресурсов, используемых в проектах и операционной деятельности. Именно от эффективности использования трудовых ресурсов зависит успех проекта. И успех операционной деятельности предприятий. Поэтому управление трудовыми ресурсами проектов, является ключевым элементом проектного менеджмента. И здесь очень важно как реализована функция планирования. Именно решению этой проблемы будет посвящена данная статья.

Анализ последних исследований. В работе [1] рассмотрен метод управления приобретаемыми и изготавливаемыми ресурсами в портфелях проектов и программ на основе матричных моделей. Этот метод зарекомендовал себя как эффективный инструмент управления ресурсами, но область его применения ограничивается лишь материально – техническими ресурсами, что не решает проблему ресурсного управления в полном объеме.

Начиная с середины прошлого века, было разработано множество моделей и методов распределения трудовых ресурсов. В первых из них [2, 3] допускалось, что функция плотности распределения продолжительности каждой работы не зависит от количества выделяемых трудовых ресурсов. Во многих случаях, такое предположение было неоправданно. Планирование распределения трудовых ресурсов в условиях неопределенности при фиксированных ресурсах – это оптимизационная проблема, и ее эффективное решение на основе использования лишь одного аппарата имитационного моделирования не может быть получено [4].

На сегодняшний день очень мало эффективных работ, посвященных проблемам планирования проектов при ограниченных трудовых ресурсах. Большинство из них основываются на правилах приоритезации [5-11]. В них расширения для мультипроектной среды достигаются за счет того, что проекты считаются независимыми и связанными только через ограниченные трудовые ресурсы. Целевая функция в моделях таких задач включает показатели каждого из проектов (как правило, применяется свертка критериев на основе использования весовых коэффициентов). При этом в числе ограничений присутствуют зависимости, отражающие логические связи между работами проектов [4,10-12].

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы, которой посвящается статья. В подавляющем большинстве случаев, проблема планирования трудовых ресурсов связана с использованием последних и в проектной и в операционной деятельности предприятия. Ресурсное

планирование требует знания объемов работ, видов трудовых ресурсов, способных эти работы выполнить, имеющихся ресурсов, рисков, возможности появления дополнительных работ и т.д. И поэтому задача оптимального распределения трудовых ресурсов между операционной и проектной деятельности является очень сложной. Для ее решения необходима разработка и сбалансированный анализ комплексов работ и имеющихся трудовых ресурсов, направленных на достижение целей проекта; разработка системы распределения трудовых ресурсов; контроль за ходом работ — сравнение плановых показателей работы с фактическими, и выработка корректирующих воздействий.

В традиционных методах управления проектами с каждой работой можно связать функцию потребности в трудовых ресурсах и рассчитать методами календарного планирования потребности в ресурсах по проекту в целом. А методами выравнивания обеспечить соответствие потребностей наличию или возможностям обеспечения ресурсами. Но, к сожалению, эти методы **не дают возможность планировать загрузку трудовых ресурсов в том случае, если часть их деятельности направлена на проект, но выполняется не в рамках проекта.**

Необходимо разработать новые подходы к управлению трудовыми ресурсами проектно-операционной деятельности предприятий. В рамках которых операционная деятельность является обеспечивающей для проектной. Надо попробовать увязать методы проектного планирования с методами планирования операционной деятельности предприятий с оптимальным обеспечением этой деятельностью хода реализации проектов.

Формирование целей статьи. Разработать матричную модель управления трудовыми ресурсами с целью повышения эффективности проектной и операционной деятельности промышленных предприятий.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Изложение полученных результатов. Можно проиллюстрировать основную проблему, связанную с управлением трудовыми ресурсами в проектной и операционной деятельности сбалансированных предприятий следующим рисунком (рис.1). На рисунке показаны линейные графики трех проектов Π_1 , Π_2 и Π_3 . Пусть работы R_{13} , R_{23} и R_{33} направлены на создание некоторых комплектующих, которые могут использоваться в любом из трех проектов.

Если в работе R_{13} изготовить комплектующие только для проекта Π_3 , то она закончится в момент времени t_1 . И, соответственно, освободится некоторый трудовой ресурс для выполнения других работ. Но при этом работы будут начаты: R_{15} – в момент времени t_3 ; R_{24} – в момент времени t_4 ; R_{34} – в момент времени t_5 . Если же в работе R_{13} изготовить комплектующие для всех проектов, то она закончится в момент t_2 ($t_2 > t_1$). Но с другой стороны тогда работы других проектов начнутся раньше. Действительно, тогда работы будут начаты: R_{15} – в момент времени t_3 ; R_{24} – в момент времени t_{23} ; R_{34} – в момент времени t_{45} , ($t_3 = t_3$; $t_4 > t_{23}$; $t_5 > t_{45}$). И есть общее сокращение сроков завершения проектов. Но только в одном случае. Если дополнительные ресурсы для работы не задержат выполнение других работ. При большом количестве работ ответить на этот вопрос без полного моделирования всех процессов в управлении трудовыми ресурсами проектов невозможно.

Для реализации эффективной системы управления трудовыми ресурсами в проектной и операционной деятельности сбалансированных предприятий предлагается использовать матричный подход [13]. Идея матричного подхода

будет применена для построения систем управления материальными ресурсами портфелей проектов и программ [1]. В чем он заключается.

Пусть на сбалансированном предприятии существует k подразделений, участвующих в проектной деятельности. И пусть этими подразделениями реализуется m проектов. Необходимо так распределить работу подразделений по проектам, чтобы каждый из проектов заканчивался как можно быстрее, дешевле и с необходимым качеством. Методы распределения работ подразделений сбалансированного предприятия по проектам будем называть матричными методами управления проектной и операционной деятельностью предприятий. Если множества работ по проектам являются не пересекаемыми, то мы имеем классическую проектную модель управления. Точнее модель управления портфелем проектов. Если во всех проектах реализуются одинаковые работы, то будем получена модель управления операционной деятельностью. И, соответственно, лучше использовать операционные методы управления. Но в общем случае для проектно-ориентированного промышленного предприятия часть работ по проектам одна и та же (производство комплектующих), а часть разная – сборка изделий, являющихся продуктом проектной деятельности.

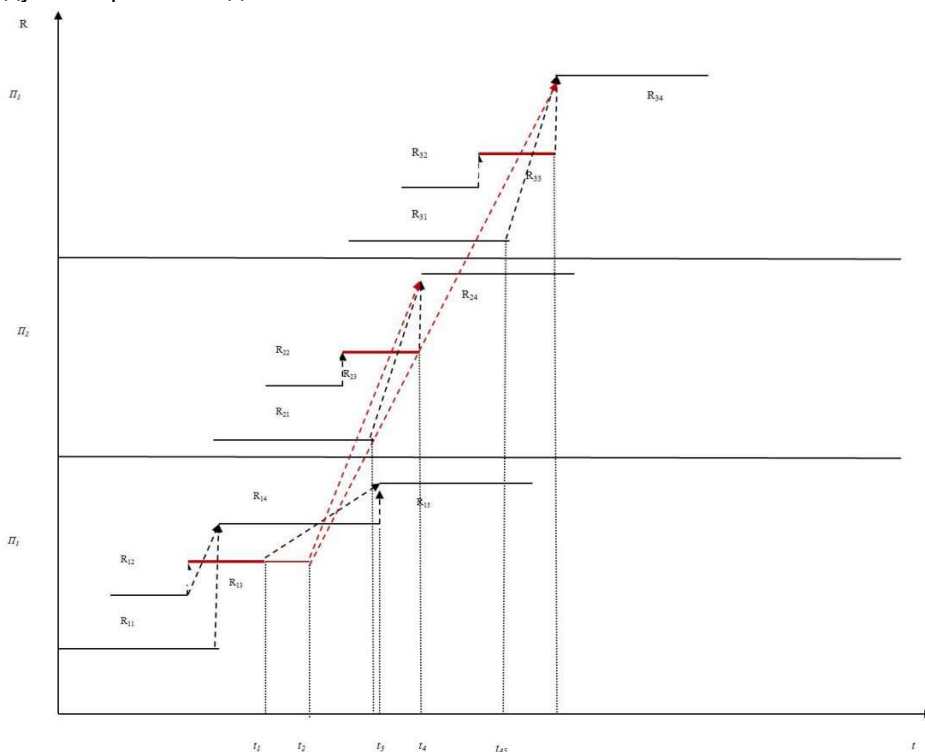


Рис. 1. Пример взаимосвязи работ и занятости трудовых ресурсов разных проектов

Оптимальным будем считать такое матричное управление, для которого
 1. Минимизируется время реализации проектов предприятия

$$\forall \Pi_j : \max_{f_{ij}} \left(\tau^F(f_{ij}) \right) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где f_{ij} – работа по проекту Π_j ($F_j = \{f_{ij}\}, i = \overline{1, m}$);

$\tau^F(f_{ij})$ – момент завершения работы f_{ij} ,

при ограничениях:

- технология и нормативы на время и трудозатраты по работам проектов;
 - множество проектов и операционных задач.
2. Минимизируются затраты на проекты предприятия

$$\sum_{D_i} \sum_{R_j \in R^\Pi} S \left[\sum_{q=1}^m T_{qj}(D_i) \right] + \sum_{D_i} \sum_{R_j \in R^O} S \left[\sum_{q=1}^m T_{qj}(D_i) \right] \rightarrow \min, \quad (2)$$

где R^Π – множество изделий изготавливаемых в рамках проектной деятельности;

R^O – множество изделий изготавливаемых в рамках операционной деятельности,

при ограничениях:

- распределение производства комплектующих между проектной и операционной деятельностью;
- стоимость трудовых ресурсов;
- производственные подразделения предприятия;
- множество проектов и операционных задач.

Таким образом, для достижения целей (1) и (2) необходимо:

1. Оптимально распределить производственную деятельность между проектами и операционными задачами.
2. Найти способ максимальной и равномерной загрузки трудовых ресурсов с целью минимизации затрат на производство комплектующих.
3. Определить оптимальный (в смысле выражений 1 и 2) порядок производства комплектующих и формирования продуктов проектов.

Все эти задачи можно решить с использованием матричного подхода к управлению. Матричный подход к управлению проектами - подход, реализация которого осуществляется в функционально-ориентированных управленческих структурах, обеспечивающий достижение целей проекта минимальными затратами предприятий.

Реализация матричного подхода управления указывает на характер реализации проектов в подразделениях предприятия, занятость трудовых ресурсов на тех или иных проектах по изготовлению комплектующих по технологической цепи, определяет организационные и технологические особенности строения проектно-ориентированного предприятия как объекта управления.

В матричных моделях управления трудовыми ресурсами сбалансированных предприятий рассматривают его деятельность как набор проектов, упорядоченных или связанных друг с другом, реализуемых через

производственную деятельность предприятия. Которая сосредоточена на изготовлении комплектующих для проектов. В табл.1, табл.2 и табл.3 дано условное представление матричной модели управления трудовыми ресурсами [14]. Представленные матрицы образуют куб, включающий отношения указанных категорий (рис. 2).

В кубе, отражается структура потребностей в ресурсах во времени и по проектам:

1. Распределение потребности в трудовых ресурсах по проектам.
2. Распределение потребности в трудовых ресурсах в разрезе подразделений предприятия.
3. Технология изготовления комплектующих.

Таблица 1

Матрица распределения потребности в ресурсах на проекты

	Проект 1	...	Проект j	...	Проект m
Подразделение 1	r_{11}	...	r_{1j}	...	r_{1m}
...
Подразделение i	r_{i1}	...	r_{ij}	...	r_{im}
...
Подразделение k	r_{k1}	...	r_{kj}	...	r_{km}

Примечание: r_{ij} – объем трудовых затрат подразделения по проекту.

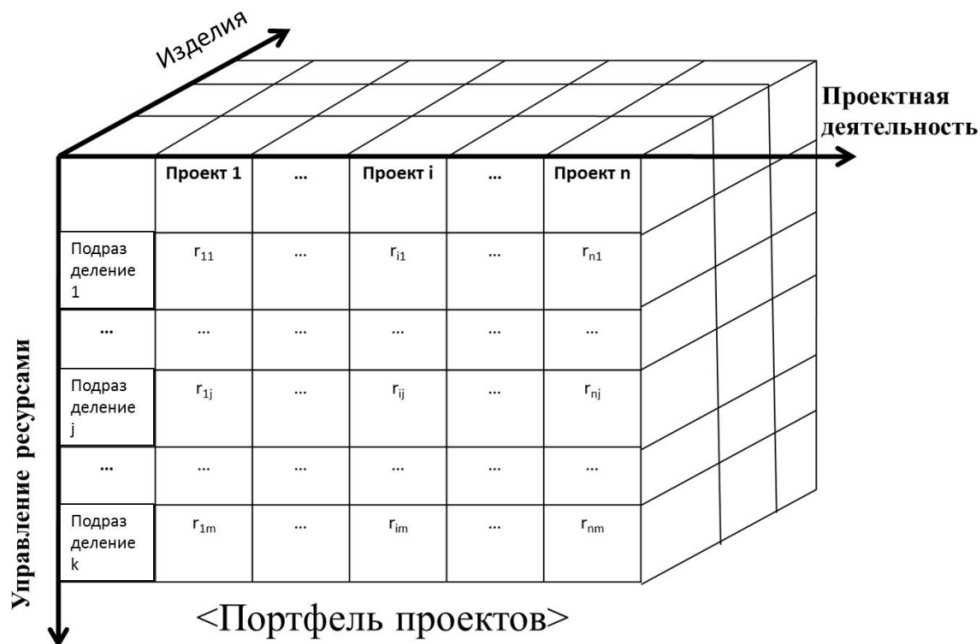


Рис. 2. Куб трудовых затрат труда по проектам и подразделениям сбалансированного промышленного предприятия

Измерениями куба по каждому портфелю проектов являются:

1. Трудовой ресурс (функциональное подразделение предприятия).
2. Проекты.
3. Изделия.

Первая проблема, которую надо решить, это проблема оптимизации затрат на проекты исходя из (2).

Таблица 2

Матрица потребности в изготавливаемых комплектующих по проектам

	Проект 1	...	Проект j	...	Проект m
Изделие 1	V_{11}	...	V_{1j}	...	V_{1m}
...
Изделие g	V_{g1}	...	V_{gj}	...	V_{gm}
...
Изделие s	V_{s1}	...	V_{sj}	...	V_{sm}

Примечание: v_{gi} – объем трудовых затрат подразделения в проекте.

Таблица 3

Порядок взаимодействия подразделений в процессе изготовления комплектующих по проектам

	Подразделение 1	...	Подразделение j	...	Подразделение k
Изделие 1	n_{11}	...	n_{1j}	...	n_{1m}
...
Изделие g	n_{g1}	...	n_{gj}	...	n_{gm}
...
Изделие s	n_{s1}	...	n_{sj}	...	n_{sm}

Примечание: n_{gi} – номер по порядку, определяющий порядок в технологическом процессе обработки изделия.

Таблица 1 дает информацию о суммарной загрузке подразделений в проектах. Исходя из суммарной загрузки можно определить зависимость между количеством работников подразделения и длительностью этих работ. Действительно, если в комбинированном проектно-операционном плане деятельности предприятия соблюдается равенство:

$$\frac{\sum_{q=1}^m r_{iq}}{8,2 \cdot K_i} = \tau(D_i), \quad (3)$$

где 8,2 – длительность одного рабочего дня (час);

K_i – количество работников подразделения D_i ;

$\tau(D_i)$ – количество рабочих дней, которое подразделение D_i занято на проектах, то подразделение оптимально загружено. Но если

$$\frac{\sum_{q=1}^m V_{iq}}{8,2 \cdot K_i} < \tau(D_i),$$

то это значит, что подразделение D_i загружено не равномерно (простаивает). Что не только затягивает сроки выполнения проектов (1), но увеличивает его стоимость. Что не дает возможности минимизировать выражение (2).

Таким образом метод матричного управления должен обеспечивать максимальную и равномерную загрузку трудовых ресурсов предприятия, а также регулировать количество работников каждого подразделения (K_i), в зависимости от этой загрузки.

Вторая проблема, которую надо решить, это проблема оптимизации плана выполнения работ в соответствии с выражением (1). Для этого необходимо чтобы в каждый момент времени в каждом подразделении производились именно те комплектующие, отсутствие которых приведет к срывам в производстве продуктов проектов. Т.е. если до некоторого момента времени необходимо какое-то количество изделий на все проекты, то они должны быть произведены именно до этого момента времени

$$\forall \tau_0, \forall R_j : B_{\text{фактическое}}(R_j, \tau_0) \geq B_{\text{плановое}}(R_j, \tau_0), \quad (4)$$

где – $B_{\text{фактическое}}(R_j, \tau_0)$ фактическое количество выпущенных изделий R_j к моменту времени τ_0 ;

K_i – количество работников подразделения D_i ;

τ_0 – момент времени.

Из (4) следует, что если

$$\forall \tau_0, \forall R_j : B_{\text{фактическое}}(R_j, \tau_0) > B_{\text{плановое}}(R_j, \tau_0),$$

то значит предприятие понесло дополнительные затраты на производство «лишних» комплектующих, что не дает возможности минимизировать выражение (2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Выводы и перспективы дальнейших исследований в данном направлении. В основе классического управления проектами – сетевой график. Но он не позволяет учитывать операционную загрузку трудовых ресурсов при изготовлении деталей на многие проекты. Кроме того, исследования показали [15], что при применении сетевого планирования не учитывается интеграция проектной и производственной (операционной) деятельности проектно - ориентированного предприятия (таблицы 2 и 3), что приводит к невозможности получения оптимальных решений относительно выражений (1) и (2).

Учитывая вышеперечисленные недостатки, необходима разработка нового аппарата, основанного на матричных моделях для планирования проектно – производственной деятельности сбалансированных предприятий. Как известно, использование метода критической цепи или метода критического пути обеспечивает эффективное управление ресурсами в проекте, тогда как матричный подход управления применяется для увязки процессов управления проектами и производственной деятельностью, направленной на формирование комплектующих на предприятии. Для этого предлагается использовать методы имитационного моделирования, входной информацией для которых будет служить:

1. Календарно-сетевые графики проектов.
2. Линейный график операционных процессов.
3. Двудольный граф, задающий порядок изготовления комплектующих для проектов.

Таким образом предлагается загрузить сетевые модели проектов, модели производственных процессов, представленных двудольными графами, и модели операционных процессов представленные линейными графиками в некоторую среду имитации деятельности сбалансированного промышленного предприятия и в процессе имитации определить оптимальную загрузку трудовых ресурсов.

По сути матричные модели управления трудовыми ресурсами проектов являются интеграцией методов критической цепи, критического пути и имитационных методов и позволяют оптимально управлять трудовыми ресурсами организации в проектах. И что очень важно управлять производством комплектующих для проектов (учитывающую одновременную реализацию нескольких проектов). Это помогает решить проблему ресурсного управления портфелями проектов и программ, что обеспечит повышение эффективности деятельности предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егорченкова, Н.Ю. Управління ресурсами портфелів проектів на основі матричних моделей: дис. канд. техн. наук: 05.12.22 / Н.Ю. Егорченкова; Київський національний університет будівництва і архітектури, 2013. – 154 с.
2. Ахьюджа, Д. Методы сетевого планирования в производстве и проектировании / Д. Ахьюджа. – М: Мир, 1976.
3. Golenko-Ginzburg, D. Stochastic Network Project Scheduling with Non-Consumable Limited Resources / D. Golenko-Ginzburg, A. Gonik. *International Journal of Production Economics*, 48, pp. 29-37.
4. Linda K., Nozick Managing Portfolios of Projects under Uncertainty / Linda K. Nozick, Mark A. Turnquist, Ningxiong Xu. *Annals of Operations Research*, 132, pp. 243-256.
5. Burt, J.M. Planning and Dynamic Control of Projects under Uncertainty / J.M. Burt. *Management Science*, 24, pp. 249-258.
6. Gerchak, Y. On the Allocation of Uncertainty-Reduction Effort to Minimize Total Variability / Y. Gerchak. *IEEE Transactions*, 32, pp. 403-407.
7. Ozdamar, L. Uncertainty Modelling in Software Development Projects (with Case Study) / L. Ozdamar, E. Alanya. *Annals of Operations Research*, 102, pp. 157-178.
8. Leu, S.-S. (2001). A GA- Based Fuzzy Optimal Model for Construction Time-Cost trade-off / S.-S. Leu, A.-T. Chen, C.-H. Yang. *International Journal of Project Management*, 19, pp. 47-58
9. Gutjahr, W.J.(2000). Stochastic Branch-and-Bound Approach to Activity Crashing in Project Management / W.J. Gutjahr, C. Strauss, E. Wagner. *Inform Journal on Computing*, 12, 125-135.
10. Kurtulus, I.S. Multi-Project Scheduling: Categorization of Heuristic Rules Performance / I.S. Kurtulus, E.W. Davis. *Management Science*, 28, pp. 161-172.
11. Lova, A. A Multicriteria Heuristic Method to Improve Resource Allocation in Multiproject Scheduling / A. Lova, C. Maroto, P. Tormos. *European Journal of Operational Research*, 127, pp. 408-424.
12. Бушуева, Н.С. Метод консолидации производственных процессов предприятий в проектной деятельности / Н.С. Бушуева, Н.Ю. Егорченкова // Управління розвитком складних систем. – Київ, 2013. – №12 – С.107-110.
13. Тесля Ю.М. Системна організація управлінських взаємодій як інструмент підвищення ефективності реалізації складних проектів / Тесля Ю.М., Оберемок І.І., Тімінський О.Г. // Вісник ЧДТУ, 2008. – №2.
14. Егорченкова Н.Ю. Интеграция матричных технологий и метода критических ланцюгов і управління ресурсами портфелів проектів і програм / Н.Ю. Егорченкова // Управління розвитком складних систем. – Київ, 2012. – №7. – С.30-35.
15. Продуктовые системы планирования проектов / Тесля Ю.Н., Егорченков А.В., Егорченкова Н.Ю., Катаев Д.С. // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. праць. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2012. – № 1(41). – С. 13-19.