

УДК 69.057:658.513.4

УПРАВЛЕНИЕ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

МАРТЫШ А. А.¹, к.т.н., доц.

¹ Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: martysh_oleksandr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

Аннотация. Статья посвящена решению научно-прикладной задачи повышения надежности календарных планов строительства на основе совершенствования методов планирования и выбора рациональных режимов управления. Целью статьи является установление влияния организационно-технологических решений на этапе планирования и процесса управления на надежность достижения конечного результата. В статье исследуется процесс календарного планирования строительства объектов с учетом вероятностной природы влияющих факторов, а также организационно-технологические и управленческие процессы, которые обеспечивают заданную надежность реализации календарных планов строительства. В исследовании раскрывается функциональная взаимосвязь между уровнем надежности плана, требуемым уровнем надежности конечного результата и интенсивностью управленческих воздействий, в результате чего возможно обеспечение надежности достижения конечного результата выше, чем первоначальной, предусмотренной планом. Чтобы календарное планирование было более эффективным, стоит учитывать роль управления в надежности достижения конечного результата. При эффективном управлении план с заведомо низкой надежностью может стать более вероятным по части достижения намеченных сроков выполнения работ. Базой для исследований служит подход, согласно которому параметр интенсивности выполнения работ используется как приоритетный в планировании. Большинство работ в составе календарного плана имеют определенный резерв в интенсивности выполнения, который определяется производственными возможностями: интенсивностью потребления ресурса и его поставок. На ограниченном временном интервале исполнитель может увеличить интенсивность работ в пределах некоторого диапазона, компенсируя тем самым отставания от графика на предшествующих этапах за счет внутренних ресурсов. Для этого и требуется эффективное управление, реализующее себя тогда, когда имеется различный уровень потребления (расходования) ресурса и возможность его перераспределения среди выполняемых работ календарного плана. В статье описывается такой инструмент управления, как карта изолиний интенсивности выполнения работ, которая позволяет планировать скорость выполнения работ на различных этапах строительства для повышения надежности временных параметров конечного результата.

Ключевые слова: календарное планирование, интенсивность работ, организационно-технологическая надежность

УПРАВЛІННЯ ЯК ДОДАТКОВИЙ ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУВАННЯ

МАРТИШ О. О.¹, к.т.н., доц.

¹ Кафедра планування і організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: martysh_oleksandr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

Анотація. Стаття присвячена вирішенню науково-прикладної задачі підвищення надійності календарних планів будівництва на основі вдосконалення методів планування та вибору раціональних режимів управління. Метою статті є встановлення впливу організаційно-технологічних рішень на етапі планування та процесу управління на надійність досягнення кінцевого результату. У статті досліджується процес календарного планування будівництва об'єктів з урахуванням ймовірнісної природи впливових факторів, а також організаційно-технологічні та управлінські процеси, які забезпечують задану надійність реалізації календарних планів будівництва. У дослідженні розкривається функціональний взаємозв'язок між рівнем надійності плану, необхідним рівнем надійності кінцевого результату і інтенсивністю управлінських впливів, в результаті чого можливе забезпечення більш високої надійності досягнення кінцевого результату, ніж передбачено планом. Щоб календарне планування було більш ефективним, варто враховувати роль управління в надійності досягнення кінцевого результату. При ефективному управлінні план зі свідомо низькою надійністю може стати більш імовірним за досягненням намічених термінів виконання робіт. Базою для досліджень служить підхід, згідно з яким параметр інтенсивності виконання робіт використовується як пріоритетний у плануванні. Більшість робіт у складі календарного плану мають певний резерв в інтенсивності виконання, який визначається виробничими можливостями: інтенсивністю споживання ресурсу та його поставок. На обмеженому часовому інтервалі виконавець може збільшити інтенсивність робіт у межах деякого діапазону, компенсуючи тим самим відставання від графіка на попередніх етапах за рахунок внутрішніх ресурсів. Для цього і потрібно ефективне управління, що реалізує себе тоді, коли є різний рівень споживання (витрачання) ресурсу і можливість його перерозподілу серед виконуваних робіт календарного плану. У статті описується такий інструмент управління, як карта ізоліній інтенсивності виконання робіт, яка дозволяє планувати швидкість виконання робіт на різних етапах будівництва для підвищення надійності тимчасовий параметрів кінцевого результату.

Ключові слова: календарне планування, інтенсивність робіт, організаційно-технологічна надійність

THE MANAGEMENT AS AN ADDITIONAL FACTOR FOR IMPROVING THE RELIABILITY OF SCHEDULING

MARTYSH A. A.¹, *Cand.Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,

¹ Department of Construction technology, State Higher Education Establishment “Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail:

martysh_oleksandr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

Summary. The article is devoted to solving scientific task of improving the reliability of construction schedules through improved methods of planning and choice of rational management regimes. The aim of the article is to establish the impact of organizational and technological solutions in the planning stage and management process on the reliability of the final result. The article explores the process of construction scheduling, taking into account the probabilistic nature of the contributing factors, as well as organizational and technological and management processes. Such processes provide a needed reliability implementation schedules construction. The study revealed a functional relationship between the level of reliability of the plan, the required level of reliability of the final result and the intensity of management. For getting more effective scheduling, it is necessary to take into account the role of management in the reliability of the final result acquiring. The basis for the research is the approach that the intensity parameter of works is used as a priority in the planning. Most of the works as part of the planned schedule have a certain reserve in the intensity of implementation, which is determined by production capacity: the intensity of resource consumption and its supplies. During some limited time interval performer can increase the intensity of work within a certain range, thereby compensating backlogs on the previous stages, using internal resources. To do this, effective management is required. Management realizes itself when there is a different level of consumption (expenditure) of the resource and the possibility of redistribution among the executed works. This article describes such management tool, as a contour map of the intensity of work, which allows you to plan speed of execution of works at various stages of construction to improve the reliability of the time parameters of the final result.

Keywords: scheduling, organizational and technological reliability, parametric failure

Введение.

Планирование – это всегда согласование объективных противоречий между сегодняшним видением процесса строительства и будущими его реальными реализациями. Очевидно, что даже при самом эффективном планировании план никогда не будет точно отображать действительность, поэтому в планировании необходимо учитывать и определять уровень надежности достижения плановых показателей.

Цель.

Предложить подход к планированию контроля над реальным ходом работ, при котором обеспечивается достижение конечных результатов с заданным уровнем надежности. Оценить влияние интенсивного управления на вероятность достижения поставленных в календарном плане сроков.

Результаты исследований.

Интенсивность выполнения работ является более информативным параметром, чем традиционное время выполнения работ, являющееся лишь производным от объема и интенсивности. Используя параметр интенсивности как приоритетный в планировании, мы можем увидеть те резервы для выполнения работ, которые отсутствуют в однозначных временных оценках. Практически каждая работа в составе календарного плана имеет

определенный резерв в интенсивности выполнения, который определяется производственными возможностями: интенсивностью потребления ресурса и его поставок. Этот резерв определяется тем, что на ограниченном временном интервале исполнитель может увеличить интенсивность работ в пределах некоторого диапазона, компенсируя тем самым отставания от графика на предшествующих этапах за счет внутренних ресурсов, без привлечения внешних дополнительных. Вот здесь и вступает в силу эффективное управление, реализующее себя тогда, когда имеется различный уровень потребления (расходования) ресурса, а следовательно и возможность его перераспределения среди выполняемых работ календарного плана.

При использовании календарного плана в совокупности с известными данными о производительности исполнителей может возникнуть необходимость определить, каков объем работ будет выполнен к тому или иному времени, если исполнитель будет работать с той или иной интенсивностью. Обратная задача также решается, если известны данные об производительности исполнителя – всегда можно найти необходимую интенсивность работ, которая необходима чтобы достигнуть конечного результата в заданные сроки.

Следовательно, при таком подходе представляется возможность для каждого промежутка времени определить, какая вероятность выполнить работу к планируемому времени. Для каждого момента времени возможны такие ситуации:

- работа гарантированно будет выполнена в срок;
- работа будет выполнена в плановый срок с определенной вероятностью;
- работа ни при каких обстоятельствах не будет выполнена в срок.

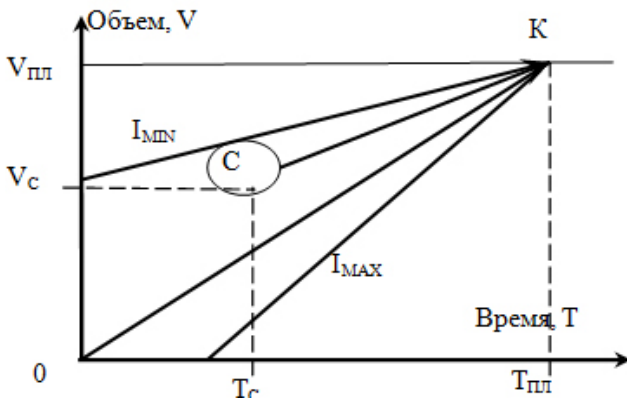


Рис. 1. Графическое изображение интенсивности выполнения работы, необходимой для завершения планируемого объема работ к планируемому сроку из ситуации "С"

Fig. 1. The necessary work intensity for successful completing of planned tasks

Достижение конечного результата определяется надежностью календарного плана, в котором устанавливаются контролируемые параметры, их значения и ожидаемая вероятность достижения к концу планового периода. Также важна надежность процесса управления по реализации такого плана. Надежность процесса управления, в конечном счете, и определяет надежность достижения конечного результата. При эффективном управлении достижение конечного результата может быть обеспечено с более высокой надежностью, чем та, которая определена на уровне плановых заданий.

В произвольный момент времени, соответствующий очередному этапу управления, осуществляется съем информации о реальном выполнении работ за предшествующий период и устанавливается детерминированная прошлая траектория развития процесса. Этот контроль за выполнением работ снижает накопленную за промежуток времени между двумя смежными контролями неопределенность в состоянии системы. Дальнейшая задача заключается в установлении возможности за оставшийся период времени выполнить плановый объем работ к плановому сроку. Для этого рассчитывается требуемая средняя интенсивность выполнения работ, необходимая для обеспечения выполнения конечной цели (объема работ) к запланированному моменту времени.

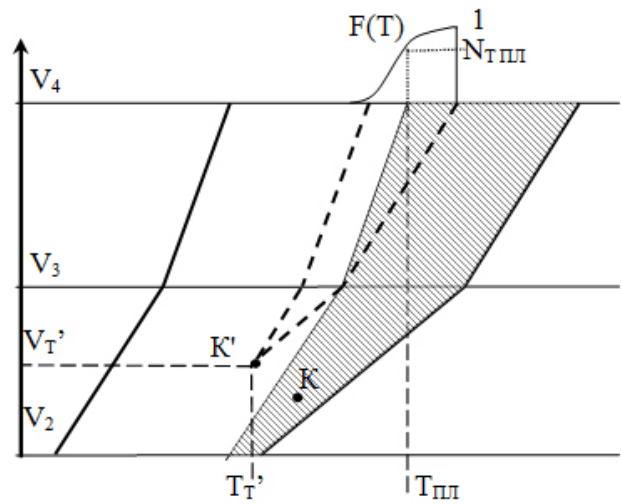


Рис. 2. Выполнение работы в планируемый срок $T_{пл}$ с точки K' возможно с некоторой вероятностью, с точки K невозможно вовсе, серая область - время выполнения работы вне желаемого уровня надежности.

Fig. 2. It is impossible to complete the task from point K . The task can be completed from point K' with some probability

При решении задач такого типа в планировании полезным может оказаться построение поля изолиний интенсивности работ, которая необходима для завершения работ к назначенному сроку. Интенсивность работы исполнителя измеряется как часть от максимально возможной его производительности.

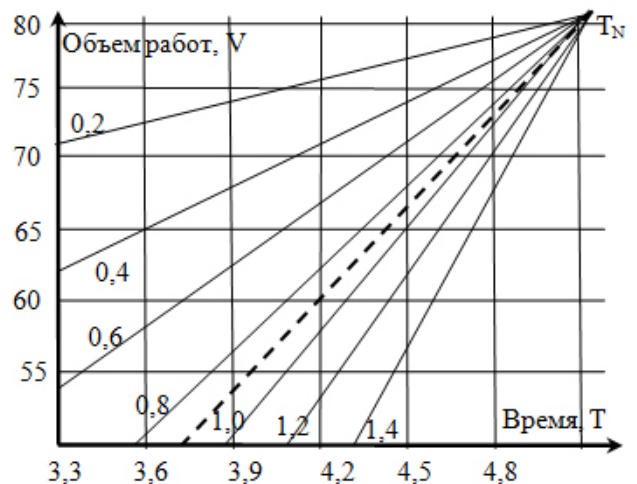


Рис. 3. Карта изолиний для определения необходимой интенсивности работ

Fig. 3. The map of different work intensities

Например, иногда достаточно работы в пол силы, чтоб завершить работы вовремя. В других же случаях необходима производительность 0,85 от максимально возможной, иногда же для завершения работ нужно работать с интенсивностью, превосходящей максимально возможную,

В ходе исследований дополнительно была рассчитана скорость изменения необходимой

интенсивности выполнения работ по мере приближения их к конечному сроку. С каждым пропущенным днем, для погашения отставания от графика необходимо повышать производительность рабочих, что негативно сказывается на надежности достижения конечного результата. Возможность влиять на конечный результат со временем уменьшается.

На начальном этапе реализации проекта управленческие решения достаточно эффективны, так как их выбор осуществляется из большого количества альтернативных вариантов. В добавок, субъект управления располагает достаточным запасом времени и ресурсов, выделенных на реализацию проекта, поэтому работы могут выполняться с максимальной интенсивностью, по возможности обеспечивая положительный задел на будущее.



Рис. 4. Возможность влиять на результат в зависимости от этапа реализации проекта
Fig. 4. The ability to influence the final result

На завершающем же этапе проекта имеет место отличная ситуация. Основная масса инвестиционных средств уже освоена, а возможности влиять на конечный результат практически сводятся к минимуму.

Характерные ситуации, которые могут возникнуть в ходе реализации плана были разделены на 4 группы:

А. Крайне оптимистическая зона, нахождение в которой создает весьма благоприятные перспективы для выполнения задания по оптимистическим прогнозам, управление как таковое не требуется;

Б. Относительно оптимистическая зона, нахождение в которой создает весьма благоприятные перспективы для выполнения задания по наиболее вероятным прогнозам;

В. Зона управления в напряженном режиме, необходимая интенсивность выполнения работ близиться к максимальной;

Д. Зона невозможности выполнить работы в указанные сроки.

На основании изложенного, возникает задача, какую траекторию выполнения работ в обозначенном диапазоне выбрать как плановую, по отношению к которой будет осуществляться контроль. Самой эффективной с точки зрения надежности является так называемая "выпуклая траектория" производства работ, которая предусматривает повышенную интенсивность работ на начальном этапе, и

формирование некоторого резерва времени, который может быть использован для компенсации возможных отставаний на последующих этапах.

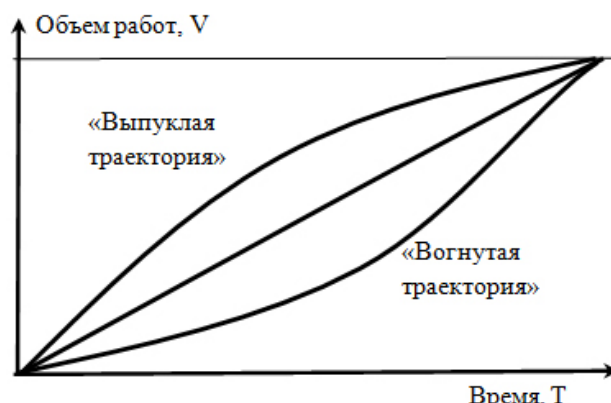


Рис. 5. Выпуклая, средняя и вогнутая траектории выполнения работ
Fig. 5. Different trajectories of work completing

Результат всех предыдущих исследований дает возможность рассчитать вероятность отказа организационной системы. Отказ организационной системы отличается от отказа технической системы тем, что наступает не мгновенно, а постепенно. Это так называемый параметрический отказ. Его появление знаменуется показателями системы, которые ниже планируемых. Он служит показателем того, что необходимо управленческое вмешательство, для погашения негативных тенденций и возвращения системы в планируемое русло.

Таблица 1

**Предлагаемые уровни надежности
Suggested levels of reliability**

№ п/п	Тип строящегося объекта	Автор, литературный источник	Рекомендуемое значение ОТН
1	Гражданские объекты	Антанавичюс К.А. Тян Р.Б. и др.	0,69 0,35-0,65
2	Аэродромы	Томаев Б.М.	0,7-0,8
3	Наземные нефтегазовые объекты	Пеньковцева Л.И.	0,5-0,71
4	Линейно-протяженные объекты	Иванов И.В.	0,67-0,77

Считать ту или иную ситуацию отказом – зависит от принятой надежности плана и желаемой надежности достижения конечного результата. Например, при надежности плана 0,7 некий объем работ, выполненный за месяц, может считаться нормой. Однако при желаемой надежности конечного результата 0,9 тот же объем работ может оказаться параметрическим отказом.

Анализ публикаций свидетельствует об отсутствии единого подхода к установлению

приемлемого уровня надежности. Используя прием из арсенала экспертного анализа и не отдавая приоритета не одному из источников, определим диапазон значений организационно-технологической надежности, который имеет наибольший удельный вес и составляет 0,7-0,8.

Для количественного исчисления отказов был введен некий коэффициент готовности, показывающий вероятность того, что система будет находиться в состоянии параметрического отказа в тот или иной момент времени:

$$\Gamma(t) = \frac{1}{(1+\rho)} \{1 + \rho \exp[-\mu(1+\rho)t]\} \quad (1)$$

Также была получена формула для вычисления наработки системы на отказ:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{k_r(1+\rho) - 1}{\rho}\right)}{-\mu(1+\rho)} \quad (2)$$

Эта формула показывает среднестатистическое время, за которое строительная система как стремящаяся к дезорганизации система выйдет за пределы допустимых параметров, таких как выполненный объем работ. Для сглаживания подобного эффекта и необходимо управленческое вмешательство.

Логично, что если система выходит за рамки допустимых параметров раз в неделю, то и

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Абдуллаев Г. И. Повышение организационно-технологической надежности строительства линейно-протяженных сооружений методом прогнозирования отказов [Электронный ресурс] / Г. И. Абдуллаев, В. З. Величкин, Т. Н. Солдатенко // Инженерно-строительный журнал. - 2013. - № 3. - С. 43-50. - Режим доступа:

http://www.engstroy.spb.ru/index_2013_03/velichkin.pdf

Abdullaev G. I. Povyshenie organizatsionno-tekhnologicheskoy nadezhnosti stroitel'stva lineynoprotyazhennykh sooruzheniy metodom prognozirovaniya otkazov [Improving the organizational and technological reliability of linear facility building by failures predicting] / G. I. Abdullaev, V. Z. Velichkin, T. N. Soldatenko // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. - 2013. - № 3. - pp. 43-50.

2. Анферов В. Н. Организационно-технологическая надежность эксплуатации башенных кранов. / В. Н. Анферов, С. М. Кузнецов, С. И. Васильев // Журнал "Системы. Методы. Технологии". - 2013. - № 2 (18). - С. 35-41. - Режим доступа:

brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number18/35-41.pdf

Anferov V. N. Organizatsionno-tekhnologicheskaya nadezhnost' ekspluatatsii bashennykh kranov. [Organizational and technological reliability of tower crane operations] / V. N. Anferov, S. M. Kuznetsov, S. I. Vasiljev // Zhurnal "Sistemy. Metody. Tehnologii". - 2013. - № 2 (18). - pp. 35-41

3. Величкин, В. З. Управление и надежность реализации строительных программ [Электронный ресурс] / В. З. Величкин // Инженерно-строительный журнал. - 2014.

управленческое вмешательство необходимо раз в неделю. На основании такого подхода представляется возможным построить эпюру управленческих воздействий для каждой работы отдельно и для всего календарного плана разом. Эта эпюра схожа с такими известными инструментами, как график использования ресурсов и капиталовложений, и показывает частоту управленческих воздействий, необходимых для повышения надежности предварительного календарного плана в той или иной степени.

При этом было установлено, что чем выше требуемая надежность и чем ниже начальная надежность календарного плана, тем чаще будут требоваться управленческие вмешательства в процесс работы с целью корректирования хода ее выполнения.

Вывод.

Чтобы календарное планирование было более эффективным, стоит учитывать роль управления в надежности достижения конечного результата. При эффективном управлении план с заведомо низкой надежностью может стать более вероятным по части достижения намеченных сроков выполнения работ.

- № 7. - С. 74-79. - Режим доступа: http://www.engstroy.spb.ru/index_2014_07/10.pdf

Velichkin, V. Z. Upravlenie i nadezhnost' realizatsii stroitel'nykh programm [Management and reliability of construction programs implementation] / V. Z. Velichkin // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. - 2014. - № 7. - pp. 74-79

4. Гусаков, А. А. Организационно-технологическая надежность строительного производства / А. А. Гусаков. - М.: Стройиздат, 1974. - 252 с. Режим доступа: <http://www.iatp.am/vahanyan/systech/avtor-1111.htm>

Gusakov, A. A. Organizatsionno-tekhnologicheskaya nadezhnost' stroitel'nogo proizvodstva [Organizational reliability of building production]. Moscow, Stroyizdat, 1974. 252 p.

5. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е4, выпуск 1. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.tehлит.ru/e_enir.htm.

Edinye normy i rastsenki na stroitel'nye, montazhnye i remontno stroitel'nye raboty. Sbornik E4, vypusk 1. [Uniform standards and fees for building and construction and repair construction work. A Collection Of E4, part 1].

6. Житловый фонд Украины. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

Zhitloviy fond Ukraini [The housing Fund of Ukraine.].

7. Млодецкий, В. Р. Вероятностные параметры выполнения отдельной строительной работы / В. Р. Млодецкий, А. А. Мартыш // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. - 2013. - № 3. - С. 8-14. - Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vpabia_2013_3_4.pdf

Mlodetskiy, V. R. Veroyatnostnyye parametry vypolneniya otdel'noy stroitel'no-montazhnoy raboty [Probability parameters

of separate construction work performing] / V. R. Mlodetskiy, A. A. Martysh // Vestnik Pridneprovskoy gosudarstvennoy akademii stroitel'stva i arkhitektury. - 2013. - № 3. - pp. 8-14.

8. Млодецкий, В. Р. Концепція надійності в організації будівельного виробництва / В. Р. Млодецкий, А. В. Загуменова, Н. Ю. Морошкіна // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - 2014. - № 4. - С. 19-24. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vpabia_2014_4_6.pdf

Mlodec'kyj, V. R. Konceptsiya nadijnosti v organizacii' budivel'nogo vyrobnyctva [The concept of reliability in construction production organization] / V. R. Mlodeckyy, A. V. Zagumenova, N. Ju. Moroshkina // Visnyk Prydniprov's'koi' derzhavnoi' akademii' budivnyctva ta arhitektury. - 2014. - № 4. - pp. 19-24.

9. Млодецкий, В. Р. Организационно-технологическая и управленческая надежность функциональной системы строительной организации : автореф. дисс. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / Млодецкий Виктор Растиславович ; ГБУЗ "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры". - Днепропетровск, 2005. Режим доступу: <http://referatu.net.ua/referats/7569/160940>

Mlodetskiy, V. R. Organizatsionno-tekhnologicheskaya i upravlencheskaya nadezhnost' funktsional'noy sistemy stroitel'noy organizatsii. Dokt, Diss. [Organizational-technological reliability and management of the functional system of a construction company. Dokt, Diss.]. Dnepropetrovsk, 2005. 20 p.

10. Недавний О. И. Оценка организационно-технологической надежности строительства объектов / О. И. Недавний, С. В. Базилевич, С. М. Кузнецов // Журнал "Системы. Методы. Технологии". - 2013. - № 2 (18). - С. 137-141. - Режим доступу: brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number18/137-141.pdf

Nedavnij O. S. Ocenka organizacionno-tekhnologicheskoy nadezhnosti stroitelstva objektov [Evaluation of organizational and technological reliability of building objects] / O. S. Nedavnij, S. V. Bazilevich, S. M. Kuznecov // Zhurnal "Sistemy. Metody. Tekhnologii". - 2013. - № 2 (18). - pp. 137-141

11. Bratcu, A. I. Some new results on the analysis and simulation of bucket brigades (selfbalancing production lines) [Электронный ресурс] / A. I. Bratcu, A. Dolgui // International Journal of Production Research, 2009, vol. 47, no. 2, pp. 369–387.

www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207540802426128

12. Min-Lan Yang. Enhancement of scheduling reliability in building project using theory of constraint [Электронный ресурс] / Min-Lan Yang, Tsung-Chieh-Tsai // Journal of the Operational Research, 2008, vol. 51, no. 4, pp. 284-298 http://www.orsj.or.jp/~archive/pdf/e_mag/51-4-284-298.pdf

13. Yang, K. K. Maximizing throughput of bucket brigades on discrete workstations [Электронный ресурс] / K. K. Yang, Y. E. Lim // Production and Operations Management. – 2009. – Vol.18. – P.48-59. <http://www.mysmu.edu/faculty/yflim/yflim-POM2009.pdf>

Статья рекомендована к публикации д-ром.техн.наук, проф. Млодецкий В. Р. (Украина); д-ром.техн.наук, проф. Кравчуновская Т. С. (Украина)

Поступила в редколлегию 15.09.2015