

DOI: 10.12737/22350

Лебедев В.М., канд. техн. наук, доц.,  
Беликова Г.В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМОКВАНТОВ

lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru

Обеспечение организационно-технологической надежности с использованием системоквантов строительных процессов определяется по иерархической структуре технологических процессов возведения объекта по критерию времени.

**Ключевые слова:** организационно-технологическая надежность, строительное производство, строительный процесс, системокванты.

По определению академика А. А. Гусакова: «Надежность организационно-технологическая (ОТН) – способность организационных, технологических, управленческих экономических решений обеспечивать достижение заданного результата строительного производства в условиях случайных возмущений, присущих строительству как сложной вероятностной системе» [1, 2, 3,].

Надежность строительного процесса – свойство сохранять работоспособность на протяжении заданного периода. Количественные характеристики надежности строительного процесса определяются надежностью совместного функционирования составляющих элементов: технических средств (ТС), трудовых ресурсов (ТР), материальных элементов (МЭ).

Надежность элемента строительного процесса по критерию времени характеризуется коэффициентом готовности (Кг.э.), определяемым отношением времени безотказной работы эле-

мента ко времени выполнения процесса по формуле:

$$K_{гэ} = T_0 / (T_0 + T_в); \quad (1)$$

где  $T_0$  – время наработки на отказ,  $T_в$  – время восстановления.

Соединение элементов строительного процесса в смысле надежности принимается последовательным, т.е. отсутствие или сбой одного из элементов приводят к остановке или сбоям в выполнении процесса (рис.1). В производственных системах, состоящих из последовательно соединенных  $n$  элементов надежность  $R_{\text{посл}}$  выражаются формулой:

$$R_{\text{посл}} = R_1 R_2 R_3 \dots R_n = \prod_{i=1}^n R_i, \quad (2)$$

где  $R_i$  – надежность  $i$ -го элемента производственной системы.

Эта формула называется часто законом произведения надежности [1, 2, 4,].



Рис. 1. Схема надежности строительного процесса: ФР – фронт работ; ТС – технические средства; МЭ – материальные элементы; ТР – трудовые ресурсы; СПр – строительный процесс

Надежность строительного процесса характеризуется коэффициентом готовности (Кг.пр.) определяемым по формуле:

$$K_{г.пр.} = K_{г.фр} \cdot K_{г.т.с} \cdot K_{г.м.э.} \cdot K_{г.т.р.}, \quad (3)$$

где:  $(K_{г.фр})$ ,  $(K_{г.т.с})$ ,  $(K_{г.м.э.})$ ,  $(K_{г.т.р.})$  - соответственно коэффициенты готовности фронта работ, технических средств, материальных элементов, трудовых ресурсов.

Значения надежности элементов строительных процессов ТС, МЭ, ТР принимаем по среднестатистическим данным наблюдений за ходом строительства объектов за период 1995-2015г.г.; ТС-0.95; МЭ-0.97; ТР-0.9.

Определяем надежность простых технологических процессов состоящих из трёх рабочих операций по иерархической структуре системоквантов (рис. 2).

В результате расчетов (табл.1) получаем надежность простых строительных процессов по критерию времени (коэффициент готовности простого процесса и события дерева целей –

$K_{г.соб.37}$ ) равную – 0.57 или  $(0,83)^3$  [ $K_{г.соб.37}=0.57=(0.83)^3$ ].

По иерархической структуре технологических процессов возведения объекта (рис.2) определяем надёжность по критерию времени или коэффициент готовности события  $K_{г.соб.40}=(0,83)^{12}$  (табл.2).

Цель – сдача объекта

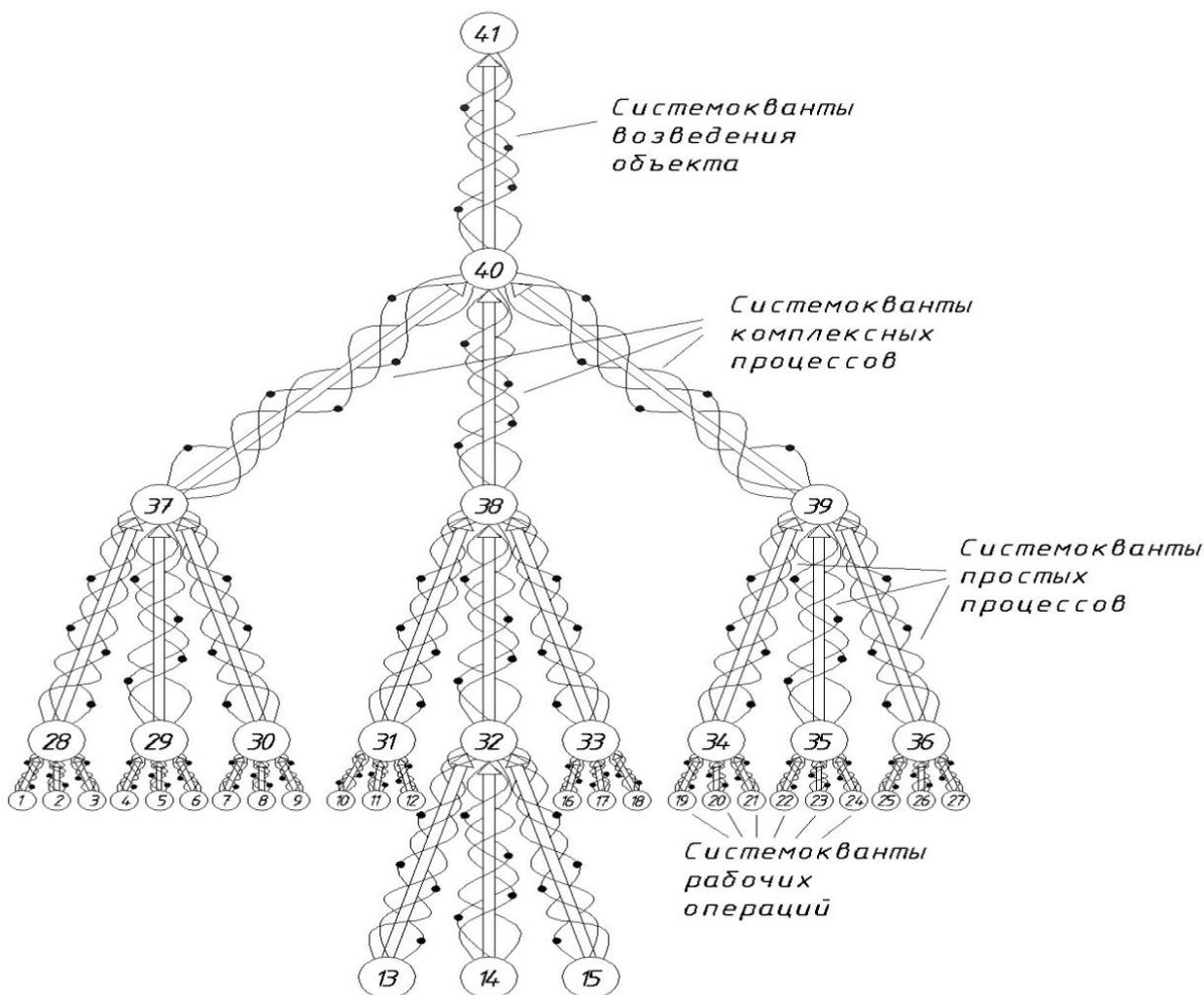


Рис.2. Иерархическая структура (дерево целей) формирования системоквантов строительных процессов и объектов:

-  – информационные векторы системоквантов, направленные на достижение цели (получение результата);
-  – кванты трудовых ресурсов, материальных элементов, технических средств, обвивающие информационные векторы по восходящим спиралям.

Аналогично производим расчеты надежности по критерию времени процессов возведения

объекта и получаем коэффициент готовности последнего события:  $K_{г.соб.41}=(0,83)^{36}$  (табл.2).

Таблица 1

**Расчёт надёжности рабочих операций “1-28”,...“27-36” и простых строительных процессов  
“28-37”,...“36-39”**

Код операции, процесса	Наименование операций, процессов	Коэффициенты готовности Кг				
		Фронт работ	Технич. средств.	Матер. элемен.	Трудов. ресурс.	Процессов
		ФР	ТС	МЭ	ТР	ПР
1-28	Первая	1	0,95	0,97	0,9	0,83
2-28	Вторая	1	0,95	0,97	0,9	0,83
3-28	Третья	1	0,95	0,97	0,9	0,83
28-37	Итого: 1 процесс	1	$(0,95)^3$	$(0,97)^3$	$(0,9)^3$	$(0,83)^3$

Проведенные расчеты показывают, что усложнение (детализация) систем

строительного производства приводит к увеличению количества последовательно связанных элементов, что по основному закону теории надежности снижает надежность всей системы пропорционально геометрической прогрессии числа элементов (рис.3).

Практика показывает, что фактически надежность строительных систем выше приведенных показателей по расчетам и чем более

детально и подробно проработаны организационно-технологические модели поточного строительства и проведена комплексная инженерная подготовка строительного производства, тем выше надежность [5, 6, 7, 8].

Проблеме обеспечения надежности строительного производства посвящены работы Г. К. Лубенца (1965, 1968, 1976 г.г.), который видит ее решение в комплексной инженерной подготовке производства на основе использования «поузлового метода» [9].

Таблица 2

**Расчёт надёжности комплексных процессов и процесса возведения объекта**

Код операции, процесса	Наименование операций, процессов	Коэффициенты готовности Кг				Процес-сов
		Фронт работ	1 прост. процесс	2 прост. процесс	3 прост. процесс	
		ФР				ПР
37-40	Первый	$(0,83)^3$	$(0,83)^3$	$0,83)^3$	$(0,83)^3$	$(0,83)^{12}$
38-40	Второй	$(0,83)^3$	$(0,83)^3$	$0,83)^3$	$(0,83)^3$	$(0,83)^{12}$
39-40	Третий	$(0,83)^3$	$(0,83)^3$	$0,83)^3$	$(0,83)^3$	$(0,83)^{12}$
40-41	Возведение объекта	$(0,83)^9$	$(0,83)^9$	$(0,83)^9$	$(0,83)^9$	$(0,83)^{36}$

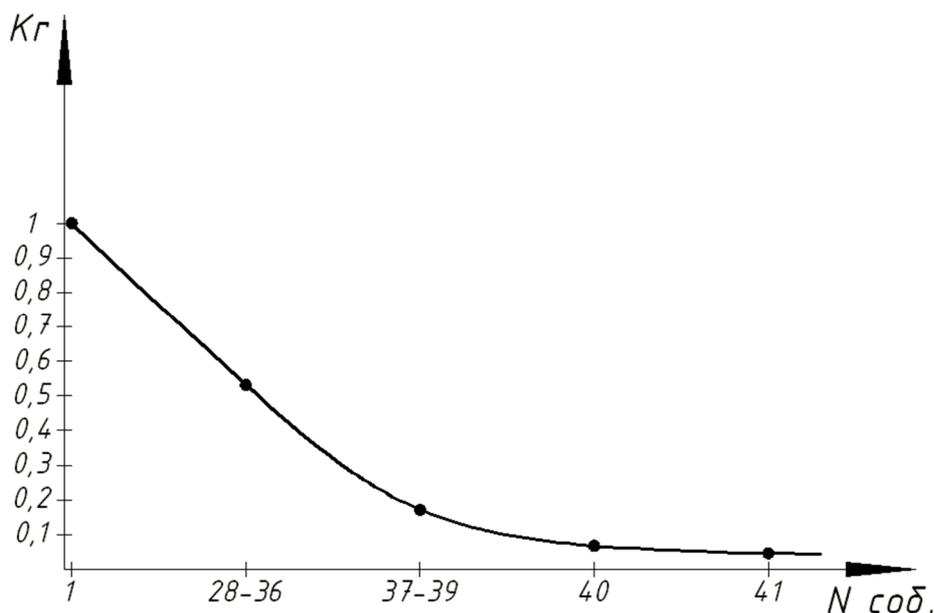


Рис. 3. График изменения надежности процессов возведения объекта

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надёжность строительного производства (в условиях автоматизированных систем проектирования). М. Стройиздат, 1974, 252 с.
2. Гусаков А.А., Гинзбург А.В. и др. Организационно-технологическая надёжность строительства. М.: SVR-Аргус, 1994. 472с.
3. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь; под ред. А.А. Гусакова. М.: Изд-во АСВ, 2004.320с.
4. Седых Ю.И., Лазебник В.М. Организационно-технологическая надёжность жилищно-гражданского строительства. М.: Стройиздат, 1989. 399с.
5. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами реконструкции городской застройки: Белгород: Изд-во БГТУ, 2012-230 с.
6. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами строительства объектов и комплексов: Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 217с
7. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами реконструкции городской застройки. Издатель: Saarbrücken, Deutschland LAP LAMBERT Academic Publishing./ Германия, 2015. - 254 с.
8. Лебедев В.М. Системотехника управления проектами строительства. Издатель: Saarbrücken, Deutschland LAP LAMBERT Academic Publishingю Германия, 2016. 263 с.
9. Лубенец Г.К. Подготовка производства и оперативное управление строительством. Киев. Будівельник, 1976, 732с.

---

**Lebedev V.M., Belikova G.V.****CERTAIN ORGANIZATIONAL-NECHNOLOGICAL RELIADILITY CONSTRUCTION OF THE USE SISTEMOKVANTOV**

*Providing organizational and technological reliability using sistemokvantov building processes is determined by the hierarchy of processes construction of the object for the time criterion.*

**Key words:** *organizational and technological reliability, construction production, construction process, sistemokvanty.*

---

**Лебедев Владимир Михайлович**, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: lebedev.lebedev.v.m@yandex.ru

**Беликова Галина Владимировна**, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: galynik1991@yandex.ru