

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2022.27.3>

**АНАЛИЗ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ
С УЧЕТОМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ
СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Научная статья

Ушакова Е.А.*

Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

* Корреспондирующий автор (miss.sunshine.lady777[at]yandex.ru)

Аннотация

В статье рассмотрены аспекты, связанные с оценкой влияния показателей организационно-технологической надежности на результаты строительного производства. Организационно-технологическая надежность отображает качество разработки и практической реализации проектных (организационно-технологических) решений, направленных на достижение функционального качества строительной продукции. Обеспечение функционального качества является актуальной, сложной, задачей, решение которой осуществляется с учетом разнообразных и многочисленных факторов влияния.

В статье проведен анализ влияния показателей организационно-технологической надежности на продолжительность строительства, как одного из ключевых факторов формирования функционального качества строительной продукции.

Ключевые слова: строительная продукция, функциональное качество, организационно-технологическая надежность, строительные процессы, продолжительность строительства, строительные риски.

**ANALYSIS OF THE DURATION OF CONSTRUCTION PROCESSES,
TAKING INTO ACCOUNT THE INDICATORS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL
RELIABILITY OF CONSTRUCTIONAL OPERATIONS**

Research article

Ushakova E.A.*

Togliatti State University, Togliatti, Russia

* Corresponding author (miss.sunshine.lady777[at]yandex.ru)

Abstract

The article examines aspects related to the evaluation of the impact of indicators of organizational and technological reliability on the results of constructional operations. Organizational and technological reliability reflects the quality of development and practical implementation of design (organizational and technological) solutions aimed at achieving the functional quality of construction operations. Ensuring functional quality is a relevant, complex task, the solution of which is carried out taking into account various and numerous influence factors.

The article analyzes the influence of indicators of organizational and technological reliability on the duration of construction, as one of the key factors in the formation of the functional quality of construction products.

Keywords: construction products, functional quality, organizational and technological reliability, construction processes, duration of construction, construction risks.

Введение

Продолжительность выполнения простых и комплексных строительных процессов является одним из наиболее значимых показателей качества разработки и практической реализации проектных (организационно-технологических) решений в отношении формирования функционального качества строительной продукции. Планирование и управление продолжительностью выполнения строительных процессов характеризуется, как важнейшая структурная и системная составляющая процедуры организационно-технологического проектирования, в контексте достижения целей и задач строительного проекта и связанного с ним строительного производства [1], [2].

Традиционный алгоритм определения (расчета) продолжительности строительного производства в целом, так и в отношении отдельного цикла, этапа или отдельного процесса строительства представляет собой многоуровневый, многовариантный и многофакторный анализ, включающий проектные процедуры, предусмотренные действующими нормативно-техническими и нормативно-правовыми регламентами и руководящими документами, включая [3], [4]:

– определение (расчет) объемов простых и комплексных строительных процессов с учетом принятых организационно-пространственных образований (участков, ярусов, захваток);

– определение (назначение) норм затрат времени на производство простых и комплексных строительных процессов с использованием структуры государственных элементных строительных норм (ГЭСН), единых норм и расценок (ЕНиР) или укрупненных показателей;

– определение (расчет) трудоемкости и затрат машин, требуемых для обеспечения выполнения запроектированных простых и комплексных строительных процессов с учетом принятых организационно-пространственных особенностей и технологических зависимостей;

—определение (расчет) продолжительности выполнения запроектированных простых и комплексных строительных процессов с учетом принятых организационно-пространственных особенностей и методов организации строительного производства.

Принятый в результате анализа организационно-пространственных особенностей, технологической последовательности и продолжительности выполнения строительных процессов вариант принимается в качестве обоснования состава и количества производственных ресурсов (строительного персонала и материально-технических средств, и запасов) с их привязкой к конкретным календарным датам (Рис. 1).

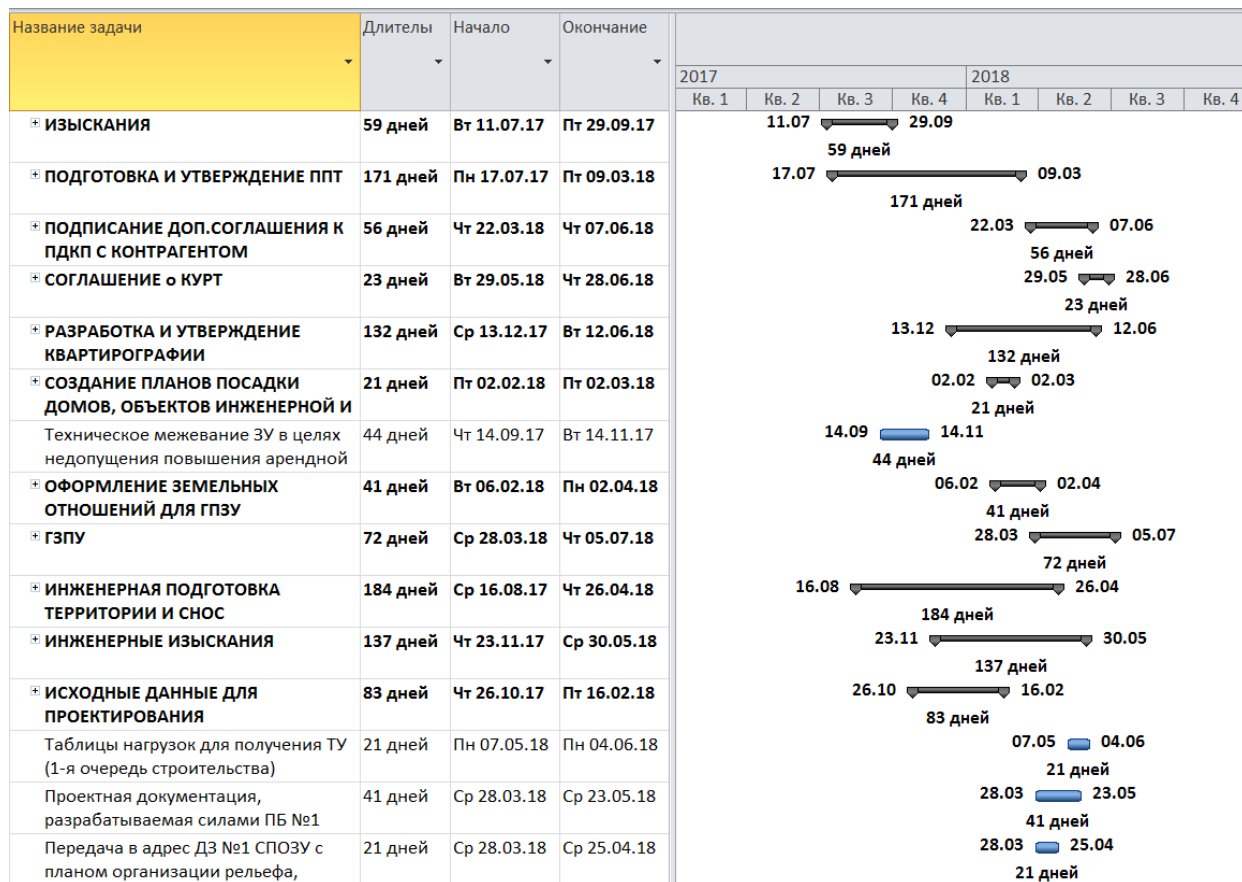


Рис. 1 – Фрагмент календарного плана с указанием продолжительности выполнения проектных процедур (строительных процессов)

Главной особенностью традиционного подхода к определению (расчету, назначению) продолжительности выполнения строительных процессов является отсутствие формализованного учета показателей организационно-технологической надежности строительного производства.

Показатели организационно-технологической надежности строительного производства

Методические основы особенностей и закономерностей функционирования сложных системных образований (технических, технологических, организационных, управленческих) и соответствующих им процессов, явлений и состояний рассматриваются в рамках сравнительно новой (в сравнении с традиционными строительными науками) научной дисциплины — теории надежности [5], [6].

Методические основы теории надежности в отношении анализа организационно-технологической надежности строительного производства рассматриваются и характеризуются, как:

«... способность организационных, технологических, управленческих экономических решений обеспечивать достижение заданного результата строительного производства в условиях случайных возмущений, присущих строительству как сложной вероятностной системы» [7].

Центральным показателем методических основ теории надежности является понятие отказа — частичная или полная утрата установленного функционального качества строительной продукции. Отказом считается некоторое событие, которое вызывает нарушение (остановку, перебой) установленных или допустимых состояний или такую потерю функциональных свойств, которые приводят к несоответствию запроектированным требованиям, правилам и регламентам.

Соответственно, к числу основных показателей организационно-технологической надежности строительного производства относятся: вероятность безотказной работы и коэффициент готовности [8], [9].

Показатели организационно-технологической надежности являются индикаторами качества разработки и реализации проектных (организационно-технологических) решений в отношении достижения запланированного результата строительства (функционального качества строительной продукции) в условиях случайных воздействий негативных факторов внешней и внутренней среды, сопровождающих строительное производство.

Вместе с тем, несмотря на очевидную значимость, показатели организационно-технологической надежности вида «вероятность безотказной работы» и «коэффициент готовности» не входят в состав общепринятых (обязательных) технико-экономических показателей, определяющих качество проектных (организационно-технологических) решений и фактических параметров качества, свойств и состояний законченных строительством объектов.

Оценка вероятности несвоевременного завершения (продолжительности) строительного производства

Несвоевременное завершение строительного производства (простого или комплексного строительного процесса, отдельного цикла, этапа или строительства в целом) с точки зрения организационно-технологической надежности допустимо рассматривать в качестве отказа, который способен привести к различным видам рисков (временных, финансовых, функционально-целевых, социальных) формирования функционального качества строительной продукции [10], [11].

Оценку вероятности возникновения негативного фактора (группы факторов) и, последствий его проявления в виде несвоевременного завершения строительства следует рассматривать в качестве необходимой процедуры учета возможного проявлений случайных событий в отношении установленной организационно-технологической последовательности строительного производства. К числу случайных событий относятся отказы (сбои, остановки) технологического оборудования, нарушения рабочих режимов или ошибки строительного персонала, обеспечивающих выполнение производственных (простых и комплексных строительных) процессов, внешние проявления (природно-климатические и грунто-геологические факторы) и другие, не предусматриваемыми нормами и правилами проектирования, события и явления [9], [11].

Идентификация опасностей и рисков последствий проявлений случайных факторов предусматривает выявление (прогноз) таких категорий рисков, которые способны оказать значительное влияние на формирование показателей функционального качества строительной продукции (Рис. 2).

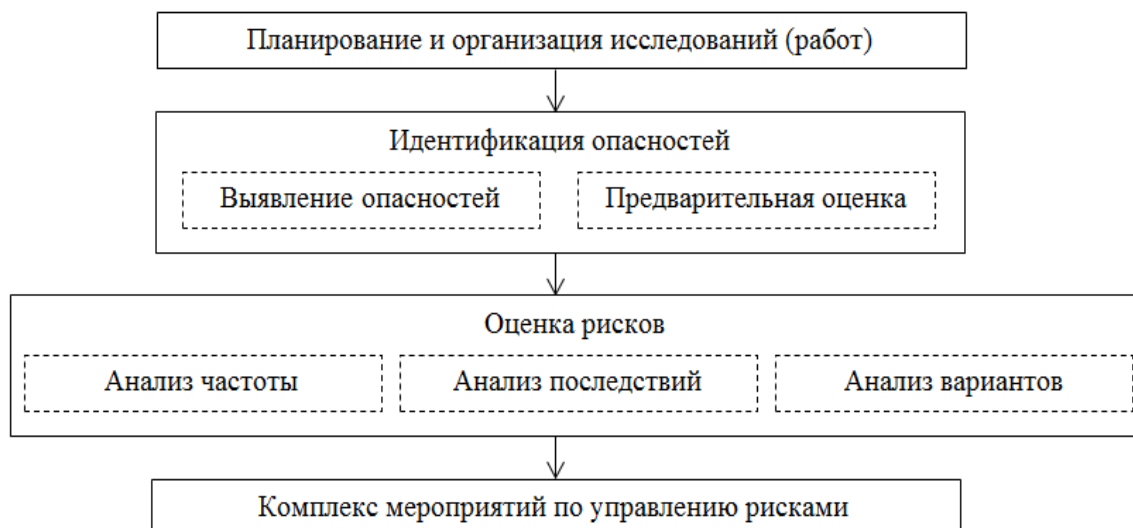


Рис. 2 – Структурная схема алгоритма управления рисками при анализе (прогнозе) опасностей проявлений случайных факторов строительства

Анализ (прогноз) рисков потери функционального качества строительной продукции вследствие несвоевременного завершения строительства (временные риски) предлагается осуществлять с использованием показателя организационно-технологической надежности в формате «вероятности безотказной работы», в отношении продолжительности строительного производства или критического пути строительства [4], [7].

В предложенной постановке задачи организационно-технологическая надежность строительного производства будет характеризоваться условием того, что вероятность продолжительности критического пути строительства ($t_{кр}$), не превысит проектной (первоначально установленной) продолжительности строительного производства ($T_{кр}$).

Данное условие определяется аналитической зависимостью вида [12], [13]:

$$P(t_{кр}, T_{кр}) = \Phi\left(\frac{T_{кр} - t_{кр}}{\sigma(T_{кр})}\right) + 0,5 \quad (1)$$

где: $P(t_{кр}, T_{кр})$ – вероятность продолжительности критического пути строительного производства;

$T_{кр}$ – проектная продолжительность строительства;

$t_{кр}$ – продолжительность критического пути строительства.

$\Phi(x)$ – функция стандартного нормального распределения случайных величин (функция Лапласа) [13]:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (2)$$

Расчетное (прогнозное) значение критического пути строительства удовлетворяет одной из следующих возможных состояний:

$$\begin{cases} t_{кр} > T_{кр} \\ t_{кр} < T_{кр} \\ t_{кр} = T_{кр} \end{cases} \quad (3)$$

Анализ вероятности безотказной работы системы строительного производства с использованием зависимости (1), возможных состояний, определяемых зависимостью (3) и значений функции Лапласа показывает:

– при условии $t_{кр} = T_{кр}$: вероятность безотказного функционирования строительного производства (возможность своевременного завершения строительства) составляет 0.5 или 50 %;

– при условии $t_{кр} < T_{кр}$: вероятность безотказного функционирования строительного производства (возможность своевременного завершения строительства) снижается и составляет менее 0.5 или 50 %;

– при условии $t_{кр} > T_{кр}$: вероятность безотказного функционирования строительного производства (возможность своевременного завершения строительства) повышается и составляет более 0.5 или 50 %.

Аналитический (математический) аппарат вероятностной оценки позволяет осуществить количественный анализ (прогноз) своевременного завершения строительного производства с использованием показателя организационно-технологической надежности.

Заключение

Рассмотренный в статье алгоритм применения показателей организационно-технологической надежности строительного производства предлагается использовать для совершенствования общепринятой (традиционной) структуры технико-экономических показателей качества проектных (организационно-технологических) решений.

Conflict of Interest

None declared.

Конфликт интересов

Не указан.

Список литературы / References

1. Белов А.В. Задачи обеспечения качества процессов строительства / А.В. Белов // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2012. – №2. – С. 98–100.
2. Сальников К.Е. Зарубежный опыт сокращения продолжительности строительства / К.Е. Сальников // Финансы и управление. – 2020. – № 4. – С. 1–13.
3. СП 48.13330.2011. Организация строительства. – М.: Минрегион России, 2011. – 22 с.
4. Ширшиков Б.Ф. Организация, планирование и управление строительством: Учебник для вузов. / Б.Ф. Ширшиков – М.: Издательство АСВ, 2012. – 528 с.
5. Лапидус А.А. Системно-комплексный подход в исследовании проблемы обеспечения устойчивости сложных производственно-динамических систем в строительстве / А.А. Лапидус, И.Л. Абрамов // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: материалы VI Международной научной конференции. 14–16 ноября 2018 г., Москва / Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. – Москва, 2018. – С. 159–162.
6. Rausand M. System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications. / M. Rausand, A. Barros, A. Hoyland. – London: Wiley, 2020. – 864 p.
7. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительства. / А.А. Гусаков – М.: SVR-Аргус, 1994. – 472 с.
8. Гинзбург А.В. Организационно-технологическая надежность строительных систем / А.В. Гинзбург // Вестник МГСУ. – 2010. – №4. – С. 251–255.
9. Недавний О.И. Оценка организационно-технологической надежности строительства объектов / О.И. Недавний, С.В. Базилевич, С.М. Кузнецов // Системы. Методы. Технологии. – 2013. – № 2 (18). – С. 137–141.
10. Коровянский Д.А. Риск-ориентированный подход к определению срока строительства / Д.А. Коровянский // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2014. – №1. – С. 40–43.
11. Ovidiu C. Risk Management for Design and Construction. / C. Ovidiu, R.B. Stewart, T. Berends – London: Wiley, 2011. – 288 p.
12. Голенко-Гинзбург Д.И. Стохастические сетевые модели планирования и управления разработками: Монография. / Д.И. Голенко-Гинзбург – Воронеж: Научная книга, 2010. – 284 с.
13. ГОСТ Р 50779.21–2004. Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение. – М.: Госстандарт России. 2004. – 47 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Belov A.V. Zadachi obespechenija kachestva processov stroitel'stva [Tasks of quality assurance of construction processes]. / A.V. Belov // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo social'no-jekonomicheskogo universiteta [Bulletin of Saratov State Socio-Economic University]. – 2012. – №2. – pp. 98–100. [in Russian]
 2. Sal'nikov K.E. Zarubezhnyj opyt sokrashhenija prodolzhitel'nosti stroitel'stva [Foreign experience in reducing construction duration]. / K.E. Sal'nikov // Finansy i upravlenie [Finance and management]. – 2020. – № 4. – pp. 1–13. [in Russian]
 3. SP 48.13330.2011. Organizacija stroitel'stva [Construction organization]. – M.: Minregion Rossii, 2011. – 22 p. [in Russian]
 4. Shirshikov B.F. Organizacija, planirovanie i upravlenie stroitel'stvom: Uchebnik dlja vuzov [Organization, planning and construction management: Textbook for universities]. / B.F. Shirshikov – M.: Publishing House ASV, 2012. – 528 p. [in Russian]
 5. Lapidus A.A. Sistemno-kompleksnyj podhod v issledovanii problemy obespechenija ustojchivosti slozhnyh proizvodstvenno-dinamicheskikh sistem v stroitel'stve [System-integrated approach in the study of the problem of ensuring the stability of complex production and dynamic systems in construction] / A.A. Lapidus, I.L. Abramov // Integracija, partnerstvo i innovacii v stroitel'noj nauke i obrazovanii: materialy VI Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. 14–16 nojabrja 2018 g. [Integration, partnership and innovation in construction science and education: materials of the VI International Scientific Conference. November 14-16, 2018], Moscow / The Ministry of Education and Science, National Research Moscow State University of Civil Engineering – Moscow, 2018. – pp. 159–162. [in Russian]
 6. Rausand M. System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications. / M. Rausand, A. Barros, A. Hoyland. – London: Wiley, 2020. – 864 p.
 7. Gusakov A.A. Organizacionno-tehnologicheskaja nadezhnost' stroitel'stva [Organizational and technological reliability of construction] / A.A. Gusakov – M.: SVR-Argus, 1994. – 472 p. [in Russian]
 8. Ginzburg A.V. Organizacionno-tehnologicheskaja nadezhnost' stroitel'nyh system [Organizational and technological reliability of building systems] / A.V. Ginzburg // Vestnik MGSU [Bulletin of MGSU]. – 2010. – №4. – pp. 251–255. [in Russian]
 9. Nedavnij O.I. Ocenka organizacionno-tehnologicheskoi nadezhnosti stroitel'stva ob'ektov [Assessment of organizational and technological reliability of construction of facilities] / O.I. Nedavnij, S.V. Bazilevich, S.M. Kuznecov // Sistemy. Metody. Tehnologii [Systems. Methods. Technologies]. – 2013. – № 2 (18). – pp. 137–141. [in Russian]
 10. Korovjanskij D.A. Risk-orientirovannyj podhod k opredeleniju sroka stroitel'stva [Risk-oriented approach to determining the construction period] / D.A. Korovjanskij // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. [Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov] – 2014. – №1. – pp. 40–43. [in Russian]
 11. Ovidiu C. Risk Management for Design and Construction. / C. Ovidiu, R.B. Stewart, T. Berends – London: Wiley, 2011. – 288 p.
 12. Golenko-Ginzburg D.I. Stohasticheskie setevye modeli planirovanija i upravlenija razrabotkami: Monografija [Stochastic network models of planning and development management: Monograph]. / D.I. Golenko-Ginzburg – Voronezh: Nauchnaja kniga, 2010. – 284 p. [in Russian]
 13. GOST R 50779.21-2004. Statisticheskie metody. Pravila opredelenija i metody rascheta statisticheskikh harakteristik po vyborochnym dannym. Chast' 1. Normal'noe raspredelenie [Statistical methods. Rules for determining and methods for calculating statistical characteristics from sample data. Part 1. Normal distribution]. – M.: Gosstandart Rossii. 2004. – 47 p. [in Russian]
-
-