

УДК 69.05

Побегайлов Олег Анатольевич,

доцент,

Жданов Андрей Николаевич,

аспирант,

Мохаммед Хасан Али Мохаммед,

магистрант,

Погорелов Вадим Алексеевич,

профессор,

Донской государственной технической университет,

г. Ростов-на-Дону

ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. Предлагается оценивать организационно-технологическую надежность строительства с помощью метода имитационного моделирования. Приводится краткое описание данного метода, примененного авторами при строительстве многоквартирного жилого дома. Делается вывод, что использование этого метода наиболее востребовано в условиях неопределенности, с целью минимизации дестабилизирующих факторов.

Ключевые слова: надежность, строительство, моделирование, имитационная модель.

Abstract. It is proposed to evaluate the organizational and technological reliability of construction using the method of simulation modeling. A brief description of this method used by the authors in the construction of an apartment building is given. It is concluded that the use of this method is most in demand in conditions of uncertainty, in order to minimize destabiliz-

**Современная наука и образование:
новые подходы и актуальные исследования**

ing factors.

Key words: reliability, construction, modeling, simulation model.

Обеспечение надежности возводимых объектов – одна из главных задач организации процесса строительства. Но важно не только обеспечить надежность объекта строительства в период запланированного срока его эксплуатации, но и обеспечение организационно-технологической надежности. Успешность строительства с организационно-технологической точки зрения предполагает достижение таких целей, как соблюдение сроков строительства, осуществление запланированного объема работ при заданной технологии, оптимальное распределение ресурсов.

При возведении сложных объектов в силу действия различного рода факторов, дестабилизирующих запроектированный ход строительства, возможно изменение циклограммы или сетевой модели, что приводит к постоянным корректировкам модели в процессе управления и, как следствие, к существенным изменениям запланированных технико-экономических показателей возведения объекта, например, сроков сдачи отдельных этапов, трудоемкости, стоимости и др.

Для решения задач оценки организационно-технологической надежности строительства применим метод имитационного моделирования, т.е. общего логико-математического представления системы возведения зданий [1, с. 543].

Данный метод применялся нами на примере строительства многоквартирного жилого дома в г. Ростове-на-Дону, осуществляемого ООО «Оптимальное решение».

Имитационную модель следует разрабатывать путём построения алгоритма, имитирующего в цифровом виде процесс возведения здания.

**Современная наука и образование:
новые подходы и актуальные исследования**

Имитационная модель характеризуется следующими элементами и ограничениями:

$1, 2, \dots, i, N$ – число объёмно-конструктивных захваток;

$1, 2, \dots, j, M$ – число строительных и специализированных работ на объекте;

K^n – число групп пролетных специализированных потоков, при выполнении которых используются бригады одной профессии;

$L=(L_j)$ – вектор пролетных специализированных потоков;

$V = \{V(i, j)\}$ – матрица объёмов работ на захватках;

$G = \{G(i, j)\}$ – матрица технологической последовательности выполнения работ;

$\{t_{i,j} \geq t_{i+1,j}\}$ – ограничения на точность выполнения работ;

$F_R = \{F_R(i, j)\}$ – матрица, характеризующая схему возведения здания и маршрут j -го потока по i -м захваткам;

$W=(W_j)$ – вектор числа в участке для j – го потока;

$R=(R_j)$ – вектор количества бригад в участке для j – м потока;

$D=(D_j)$ – вектор максимально возможного размещения по технологическим условиям числа бригад в одной ячейке;

$B=(B_j)$ – вектор сменной нормативной выработки бригад;

$S=(S_j)$ – вектор коэффициента сменности работы бригад;

$t^n = \{t_j^n\}$ – вектор моментов прибытия бригад на объект;

J_1 – максимальная интенсивность подачи конструкции и оборудования в зону монтажа по автомобильным путям;

J_2 – максимальная интенсивность подачи конструкции и оборудования в зону монтажа.

Моделирующий алгоритм имеет иерархическую структуру и состоит из набора функционально-ориентированных алгоритмов. Такой принцип

**Современная наука и образование:
новые подходы и актуальные исследования**

построения имитационной модели обеспечивает необходимую простоту, гибкость и дает возможность вносить изменения и дополнения в отдельные алгоритмы (программы) по желанию пользователя [2, с. 2].

Работа имитационной модели начинается с ввода исходной информации, формирующей матрицу работ $\{FR(i,j)\}$, для которых имеется открытый фронт. Затем осуществляется распределение имеющихся на строительной площадке в рассматриваемый момент времени бригад, звеньев по участкам (R_{ij}) . Всякий раз при вводе ресурсов на участки вычисляются продолжительности работ t_{ij} и определяются переменные статьи затрат в себестоимости работ (i^0) и общие трудозатраты возведения Q^0 .

В процессе моделирования накапливается статистическая информация о случайных продолжительностях выполнения отдельных работ и строительства всего объекта или комплекса в целом. После статистической обработки результатов моделирования осуществляется построение гистограмм продолжительности, себестоимости работ, удельных трудозатрат, вычисляются уровень организационно-технологической надёжности, возможные простои бригад и строительных машин, готовность фронта работ, устойчивые маршруты бригад при выполнении работ на объекте.

Посредством имитационной модели нами проведен анализ времени осуществления отдельных операций на общую продолжительность возведения объекта в зависимости от организационно-технологической надёжности.

Имитационную модель можно применять для оценки надёжности организационно-технологических решений: технологической последовательности выполнения работ, структуры потоков, пространственного

Современная наука и образование: новые подходы и актуальные исследования

развития процессов, интенсивности и продолжительности ведения работ, схем подачи конструкций и оборудования в зону монтажа, степени совмещения процессов, схем механизации.

Предлагаемая методика обеспечения организационно-технологической надежности возведения объектов на стадии календарного планирования нацелена на применение в условиях неопределенности, с целью минимизации дестабилизирующих факторов. Используя имеющийся у строительной организации опыт, целесообразно формировать выборку возможных вариантов и строить многофакторные модели показателей строительства для отбора наиболее оптимальных организационно-технологических решений.

Список литературы

1. Побегайлов А.А., Токарь С.Д. Анализ причин возникновения несоответствий, выявленных при производстве строительного-монтажных работ // Научное обозрение. – 2014. – №10. – С. 543-547.
2. Побегайлов О.А., Родионов А.А. К вопросу о методе преодоления кризисных ситуаций в функционировании инвестиционно-строительного комплекса // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 3. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3760 (дата обращения 18.04.2021).