РАЗДЕЛ XI. СТРОИТЕЛЬСТВО

Панченко Н.М.

К вопросу о необходимости совершенствования нормирования в строительстве

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора**Александра I**(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-08-2021-28

Аннотация

Начиная с 60-х годов прошлого века в сфере строительства все трудоёмкие процессы механизированы, комплексно механизированы и частично автоматизированы, но эффективность строительного производства при этом не всегда максимальна. Любой комплексный процесс в строительстве сложен и состоит из отдельных элементов, технологически связанных между собой. Если происходит изменение в одной из множества операций, составляющих процесс, то это приводит к изменению производительности комплексного процесса в целом. За последние десятилетия было создано немало разработок в области совершенствования нормирования в строительстве, но все они не позволяют достоверно оценивать фактическое состояние функционирования технологических процессов. В результате получаем отклонения реальных сроков строительства от запланированных. Для того, чтобы расчётные результаты были максимально приближены к реальным, необходимо учитывать совместное влияние технологии, людей и состояния применяемой техники на производительность строительных процессов. А оценив данное влияние, внести изменения в методологию нормирования в строительстве.

Ключевые слова: надёжность, большая система, элемент системы, вероятность безотказной работы, технология, строительный процесс, параметры надёжности, нормирование.

Abstract

Since the 60s of the last century in the construction industry, all labor-intensive processes have been mechanized, comprehensively mechanized and partially automated, but the efficiency of construction production is not always maximum. Any complex process in construction is complicated and consists of separate elements technologically interconnected. If there is a change in one of the many operations that make up the process, then this leads to a modify in the performance of the complex process as a whole. Over the past decades, many developments have been created in the field of improving the regulation in construction, but all of them do not allow to reliably assess the actual state of the functioning of technological processes. As a result, we get deviations of the actual construction time from the planned one. In order for the calculated results to be as close as possible to real ones, it is necessary to take into account the joint influence of technology, people and the state of the equipment used on the productivity of construction processes. And after assessing this impact, make changes to the methodology of rationing in construction.

Keywords: reliability, large system, system element, probability of failure-free operation, technology, construction process, reliability parameters, rationing.

За последние десятилетия было создано множество современных технологий, вместе с приходом новых технологий, вносились изменения и нормирование строительных процессов. Но при этом ясности в выборе рациональных путей интенсификации строительных процессов так и не появилось. Внедрение новых машин

с улучшенными показателями производительности и робототехники, как показывает практика, не всегда гарантирует повышение эффективности строительного процесса в целом. Часто совершенствование строительных технологий может происходить без учёта системности строительных процессов. Как известно, каждый комплексный строительный процесс сложен, и состоит из ряда элементов, находящихся в строгой последовательности и соподчинённости. При изменении производительности в каком-либо из составляющих процесса, получим изменение производительности всего комплексного процесса в целом. Но отсутствие необходимых методологических разработок и несовершенство нормирования функционирующих производственных процессов не позволяет достоверно оценивать фактическое состояние данных процессов, определить наиболее рациональные пути реализации возможностей для выбранной технологии, а также обосновать наиболее эффективные границы её использования и совершенствования. Как результат получаем отклонение фактических сроков строительства от проектных и низкий уровень качества строительной продукции. Для того чтобы минимизировать данные последствия, необходимо совместное изучение влияния выбираемой технологии, людей и состояния применяемой техники на производительность строительных процессов, разработка методологии выявления и учёта данного влияния и исходя из полученных результатов, совершенствование нормативных положений для проектирования самих процессов.

Комплексные строительные процессы - это процессы особого рода, обладающие определёнными свойствами и имеющие ряд особенностей. Итогом каждого строительного процесса является доброкачественная строительная продукция. Но качество произведённой продукции не всегда гарантировано качеством проведения производственного процесса, так как у некоторых процессов время производства работ и физико-химических изменений в строительных материалах может иметь разные интервалы. Например, при бетонировании конструкций качество забетонированной конструкции зависит от качества проведения технологических процессов сборки-разборки опалубки, изготовления и заливки бетонной смеси, выдерживания и ухода за ней. Но, тем не менее, под влиянием различных случайных факторов, таких, как изменение погодных условий, вместо качественной продукции возможно получение брака.

Ещё одна особенность строительных процессов заключается в том, что не каждая продукция строительного производства может быть зарезервирована, а сам процесс должен функционировать без простоев. Поэтому строительные процессы должны обладать необходимой и достаточной надёжностью, чтобы исключить возможность получения брака. Но комплексно механизированные процессы, как правило, имеют низкую надёжность из-за преобладания в организации их функционирования последовательных или последовательно-параллельных технологических операций. А существующая нормативная документация не учитывает надёжность процессов ни на стадии их проектирования, ни на стадии строительства. Надёжность рабочих вообще не участвует в расчётах, надёжность техники учитывается коэффициентом использования машины по времени при расчёте производительности машины, что явно недостаточно для получения достоверных результатов при определении производительности строительного процесса и сроков строительства.

Инструментом для исследования вопросов надёжности строительных процессов является математическая теория надёжности. Надёжность любой системы определяется способностью сохранять заданные рабочие параметры в течение определённого расчётного срока. Это высказывание справедливо и для исследования строительных систем. За последние десятилетия за счёт технического прогресса, процессы проектирования и строительства промышленных и гражданских объектов перешли в разряд больших сложных систем, состоящих из множества подсистем, складывающихся из огромного количества элементов, носящих вероятностный характер и подчиняющихся законам теории вероятности. Благодаря этому, принятие

организационных, технологических и экономических решений стало более сложным, как результат, получаем снижение надёжности систем строительного производства в целом. Следовательно, наблюдаем ухудшение фактических показателей (увеличение сроков продолжительности строительства, снижение производительности труда, изменение стоимости строительства) по сравнению с запланированными.

Сложность решения проблемы надёжности в области строительства заключается в том, что математический аппарат теории надёжности, применяемый для технических систем, недостаточен для строительных систем, так как не учитывает экономических, организационных и технологических нюансов, определяющих причины отказов и надёжность строительных систем, а главное не учитывает роли человека в производственном процессе. Данный математический аппарат рассчитан на системы со стационарными режимами функционирования, строительные системы - это системы с динамическим режимом. Для технических систем выход из строя какого-либо элемента или узла часто ведёт к полному отказу системы, а для строительных "характерными являются не полные отказы, а частные (сбои), которые самоустраиваются в процессе непрерывного функционирования системы" [1]. Согласно математической теории надёжности, системы, состоящие из множества последовательно соединённых элементов, при увеличении в своём составе таких элементов резко снижают свою надёжность. И даже сравнительно небольшие системы, которые состоят из небольшого количества элементов с достаточно высокой средней надёжностью каждого элемента, будут на выходе иметь довольно низкую надёжность. Исследуя строительные системы и сравнивая их с техническими, приходим к выводу, что даже при одинаковом количестве элементов и более низкой надёжности каждого из них, строительная система будет иметь более высокую надёжность в итоге, чем техническая. Это доказывает то, что строительные системы более гибкие, чем технические, легче резервируются и способны быстро перестраиваться. В технической системе надёжность напрямую зависит от надёжности составляющих её элементов, а в строительной от её гибкости. Это объясняется наличием в строительных системах "самого надёжного саморегулируемого" элемента системы - человека [2].

Надёжность участия человека в производственном процессе можно охарактеризовать, используя следующие понятия, применяемые в математической теории надёжности: вероятность безотказной работы, вероятность отказов, интенсивность отказов, интенсивность восстановлений, хотя и нельзя полностью перенести хорошо разработанные в теории надёжности понятия для техники на человека [3]. Человек - это особый элемент строительной системы, которому присущи особые свойства. Под отказом человека будем понимать неспособность выполнения им заданных функций с требуемой точностью в определённый промежуток времени. Отказы человека в производственной системе могут быть временными или постоянными. Временные - это такие, которые не связаны с какими-либо изменениями в организме человека и могут быть устранены при повторном действии, например, ошибка в работе оператора. Постоянные связаны с изменениями в организме человека, например, болезнь [4]. Каждый из элементов строительной системы (рабочие и техника) индивидуален, их отказы и восстановлений по количеству и продолжительности не зависят от других элементов.

Любой строительный процесс - это человеко-технологическая система, где рабочие и техника соединены определённым образом и, используя наиболее рациональную технологию, производят конечную продукцию [5]. Одним из важнейших критериев в выборе количества и типов машин и числа и квалификации рабочих, участвующих в строительном процессе, является технология производства работ. Поэтому исследование любого строительного процесса с точки зрения большой системы необходимо одновременно относительно трёх факторов: технологического, человеческого и технического [6].

Каждый строительный процесс функционирует с определённой производительностью, которая обеспечивается необходимой надёжностью выполнения операций. Параметры надёжности заложены в структуре технологических операций, они могут быть описаны множеством:

- человеческие: $\{x_i\}(i = \overline{1, n})$,
- технические: $\{y_j\}(j = \overline{1, m})$,
- технологические: $\{z_l\}(l = \overline{1, k})$.

Технологические параметры надёжности являются основными, от них зависит количество рабочих, их квалификация, выбор машин и механизмов.

В процессе производства рабочие при помощи орудий труда преобразуют предмет труда из исходного состояния в готовую продукцию. Преобразование предмета труда из одного состояния в другое происходит в соответствии с применяемой технологией на каждой из операций поэтапно. Например, какая-то одна из систем большой системы S имеет n -ое количество операций, технологические операции состоят из конечного числа технологических действий. Поддержание строительного процесса по производству земляных работ на уровне стабильного функционирования должно происходить за счёт поддержания параметров надёжности самого строительного процесса, как большой системы, параметров надёжности технологических операций, как подсистем и на уровне составляющих каждой подсистемы, её элементов: рабочих и техники [7]. Следовательно, стабильно функционирующая строительная система должна иметь надёжность:

- на уровне i -го производственного процесса: $P_i(t) = \{P_i(t)\}(i = \overline{1, n})$,
- на уровне l -й операции (ОП): $P_l(t) = \{P_l(t)\}(l = \overline{1, m})$,
- на уровне j -го действия: $P_j(t) = \{P_j(t)\}(j = \overline{1, k})$.

Поддержание функционального постоянства большой системы полностью зависит от обеспечения максимальной вероятности безотказного выполнения операций производственных процессов.

Исходя из выше сказанного можно сделать следующий вывод: для того, чтобы в достаточной мере оценить влияние параметров надёжности элементов составляющих производственный процесс на производительность данного процесса и сроки производства работ, нужно найти фактические значения параметров надёжности элементов процесса исходя из технологии производства работ, структурных связей и расположения элементов в процессе как системе. Имея фактические значения параметров надёжности элементов процесса, их следует учитывать при проектировании строительных процессов.

1. Гусаков А.А. Системотехника строительства. М., Стройиздат. 1993. 440с.
2. Неснов В.И. Бизнес и политика в теории эргатических систем. СПб. 2000. 142с.
3. Панченко Н.М. Методологические основы комплексного проектирования сложных строительных процессов (на примере производства земляных работ). Автореферат диссертации. СПб., 1999. 25 с.
4. Панченко Н.М. К вопросу выбора комплекта строительной техники при производстве земляных работ. Вопросы образования и науки. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 30 июня 2020 г. Часть 1. Тамбов 2020. Стр. 85-87
5. Панченко Н.М., Басовский Д.А. Специфические особенности строительных процессов. Актуальные проблемы развития транспортной инфраструктуры. Сборник научных трудов. Санкт-Петербург 2018. Стр. 233-236
6. Панченко Н.М. К проблеме надёжности строительных процессов и путям её решения. Наука, образование, общество. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 29 февраля 2016 г. Часть 2 Тамбов 2016. Стр. 86-88
7. Панченко Н.М. Человеко-технические системы на макро- и микроуровнях. Наука, образование, общество. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 30 сентября 2016 г. Часть 2 Тамбов 2016. Стр. 91-94