

расчет по объему

эффективное использование технических ресурсов в строительстве

Аннотация
Проблема нормирования остается крайне актуальной в деятельности
строительных организаций и требует всестороннего методического обос-
нования. На основе функциональной специализации технических ресурсов
автором рассмотрена система их классификации, которая должна учи-
тываться при нормировании выполнения различных видов строительных
работ. Предложен математический аппарат расчета оптимальных пара-
метров заявок на технические ресурсы, развивающий положения теории
массового обслуживания.

Ключевые слова: технические ресурсы, самостоятельные машины, обслуживающие машины, сметные нормы

ехнические ресурсы в строительстве представляют собой совокупность материальных ценностей и средств производства, которые участвуют в процессах строительного производства и обслуживают их в течение длительного времени. При этом они сохраняют свою первоначальную форму, а также переносят по частям свою стоимость на продукцию, выполненную с их участием.

Термин и функции

К основным функциям технических ресурсов, а именно, строительных машин и механизмов, оборудования, инструментов и инвентаря, можно отнести следующие:

- доставку, обработку и подачу на стройплощадку строительных материалов, полуфабрикатов, деталей и конструкций;
- перемещение грузов на строительную площадку и в пределах ее границ;
- проведение погрузо-разгрузочных работ;

Каракозова Ирина Викторовна

кандидат технич. наук, доцент кафедры финансового менеджмента, Московский государственный строительный университет

i.kar@inbox.ru



 обеспечение стройки электрической и тепловой энергией, сварочными газами, сжатым воздухом, водой и т.д.

Выполнение указанных функций позволяет четко и своевременно (что имеет особое значение) организовывать все процессы строительного производства.

Правильная организация эксплуатации технических ресурсов должна основываться на их классификации. В настоящее время все технические ресурсы подразделяются на активные, непосредственно занятые в технологических процессах, и пассивные, обеспечивающие эти процессы. Такая классификация не позволяет достаточно чётко определить порядок нормирования ресурсов в соответствии с выполняемыми ими функциями в процессе строительного производства. Чтобы учесть особенности организации работы строительных машин, активные технические ресурсы следует разделить на две группы, условно названные «самостоятельные машины» и «обслуживающие машины» (табл. 1).

Таблица 1 Классификация активных технических ресурсов

Наименование группы технических ресурсов	Типы ресурсов	Показатели, влияющие на	
		продолжительность рабочего цикла	нормирование расхода ресурсов
1. Самостоятельные машины	Экскаваторы, бульдозеры, катки, дизель-молоты и т.д.	Характеристика используемых строительных машин и механизмов	Объем выполненных работ, выраженный в физических показате- лях (м ³ , м ² , км и т.д.)
		Квалификация механи- заторов	
2. Обслуживающие автомобил бетоносми компресси лебедки,	Краны, подъемники, автомобили, бетоносмесители, компрессоры, лебедки, погрузчики и т.д. Квалификат механизатој поступления материальн на объект Интенсивно	Количество рабочих	
		Квалификация рабочих и механизаторов	Время использования машин и механизмов, выраженное в машино-часах.
		Равномерность поступления материальных ресурсов на объект	
		Интенсивность подачи материальных ресурсов	

К первой группе можно отнести машины, производительность и продолжительность рабочего цикла которых определяется характеристиками самой машины и/или квалификацией машиниста: землеройные, дорожные машины, машины для свайных и буровых работ, для приготовления бетонов и растворов и др. Время использования этих машин, то есть нормирование расхода, будет зависеть от степени автономности их работы. Таким машинам может быть запланирован объем работ в физических показателях, и, соответственно, материальное стимулирование машинистов может зависеть от объемов выполненной работы.

Ко второй группе относятся машины и механизмы, продолжительность рабочего цикла которых зависит от количества и квалификации строительных рабочих, интенсивности и равномерности подачи материалов и других причин. Для этой техники основным показателем их работы (а также работы машинистов) является готовность к выполнению определенных функций.

Например, машинисту подъемного крана нецелесообразно планировать количество подъемов за смену и тем более объем (грузооборот) поднимаемых монтажных элементов. Основной задачей машиниста является постоянная готовность техники к выполнению строительно-монтажных операций, каковая может планироваться в соответствии с режимом работы. Соответственно, материальное стимулирование данных работников будет напрямую зависеть от времени простоев техники из-за проведения ремонтных работ.

Нормирование и группирование строительных машин и механизмов

Разделение строительных машин и механизмов на предполагаемые группы до недавнего времени не находило отражения в отечественной практике нормирования. При разработке ныне действующих Государственных элементных сметных норм на строительно-монтажные и ремонтно-строительные работы было учтено только время, необходимое для выполнения основных и вспомогательных работ. Всевозможные же технологические перерывы, простои из-за несвоевременного поступления строительных материалов, нескоординированной

технические ресурсы в строительстве представляют собой совокупность материальных ценностей и средств производства, которые участвуют в процессах строительного производства и обслуживают их в течение длительного времени



в настоящее время современная техника, особенно импортного производства, стоит достаточно дорого, имногие строительномонтажные организации вынуждены брать её в аренду или приобретать с помощью лизинга

организации работы бригад и т.п. не учитывались. Частично это проблема решена на региональном уровне при формировании Территориальных сметных нормативов для Москвы (TCH-2001).

Действующие сметные нормативы плохо приспособлены для плановой работы, поскольку зачастую не отражают фактические затраты исполнителей. Кроме того, в настоящее время современная техника, особенно импортного производства, стоит достаточно дорого, и многие строительно-монтажные организации вынуждены брать её в аренду или приобретать с помощью лизинга.

При таком подходе к определению потребности в строительных машинах и механизмах имеют место проблемы, самостоятельно решить которые малые и средние строительные организации не могут. Например, элементными сметными нормами учтена бесперебойная работа людей, машин и механизмов для выполнения основных и вспомогательных работ, то есть без учета технологических перерывов. Однако реальные производственные ситуации выглядят иначе. Например, в ходе сооружения покрытий из паркетных досок обслуживающие машины будут находиться больше времени в ожидании, чем непосредственно в процессе выполнения работ. Но при этом фактическая плата за аренду подъемника будет определяться из расчета времени нахождения его на объекте, но никак ни из расчета выполнения им заданной работы. Это относится ко многим сборникам элементных сметных норм (ГЭСН-2001-12 «Кровли», ГЭСН-2001-11 «Полы», ГЭСНр-2001-58 «Крыши, кровли» и т.д.). Очевидно, что работу строительных машин и механизмов необходимо учитывать не по единому шаблону, как это имеет место в действующих сметных нормативах от объема выполненных работ, а с учетом специфических условий работы. Только тогда появится возможность защитить малые и средние строительные организации от лишних фактических затрат, которые они несут при аренде обслуживающей техники.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что работу значительной части парка строительных машин и механизмов следует планировать на основании времени их использования на строительном объекте. При анализе потока обслуживаю-

щих машин эффективность их использования будет зависеть от их пропускной способности. Поэтому необходимое количество техники второй группы можно определить на основании теории массового обслуживания.

Массовое обслуживание: характеристики и параметры

Предметом теории массового обслуживания является устранение зависимости между факторами, определяющими функциональные возможности системы массового обслуживания, и эффективностью ее функционирования. Все параметры, описывающие системы массового обслуживания, как правило, являются случайными величинами или функциями, формирующими случайный процесс.

Пропускная способность системы массового обслуживания может зависеть от следующих параметров: –числа входящих в ее состав обслуживающих единиц (каналов);

- работоспособности каждого канала;
- характера потока заявок.

Пропускная способность зависит также от вида потока заявок. Если заявки поступают регулярно, то система работает слаженно и быстро справляется с их обслуживанием. Если же поток заявок нерегулярный, то работа системы затрудняется, поскольку где-то будут возникать простои, а где-то, наоборот, произойдёт перегрузка системы.

Помимо пропускной способности (абсолютной и относительной) характеристиками обслуживающих систем могут быть среднее относительное время «простоя» системы из-за отсутствия заявок, средний процент «отказов», среднее время ожидания и т.д. Поэтому можно сказать, что задача теории массового обслуживания заключается в установлении зависимости между вышеперечисленными характеристиками, а также числом каналов системы, быстротой обслуживании и видом потока заявок.

Представим обслуживающие технические ресурсы на строительной площадке в виде совокупности многоканальных и одноканальных систем массового обслуживания. В этом случае каналами обслуживания являются единицы техники (монтажные краны, подъемники, бетонорастворные узлы и т.д.).

работу
строительных
машин и механизмов
необходимо
учитывать
не по единому
шаблону, как это
имеет место
в действующих
сметных
нормативах от
объема выполненных
работ, а с учетом
специфических
условий работы



Некоторые виды техники являются одноканальными и не могут быть взаимозаменяемыми, например, монтажные краны, установленные в определенном месте стройплощадки. Другие виды (бетономешалки, тягачи, платформы) могут являться многоканальными системами. Данная система будет относиться к системам с неограниченным ожиданием. Это означает, что заявка, стоящая в очереди, будет ждать обслуживания неограниченно долго, пока очередь не подойдет.

Заявки от технологических комплексов

Элементарные акты запроса на выполнение соответствующих работ со стороны технологических комплексов являются заявками (например, подача конструкции в монтаж, подача автобетоносмесителя под загрузку бетоном и т.д.). Поток заявок – случайная величина, распределенная по закону Пуассона. Продолжительность обработки распределена по показательному закону. Непринятые заявки ставятся на очередь. Длина очереди и время ожидания не ограничиваются, так как необходимую работу рано или поздно нужно выполнить.

Среднее число заявок μ , обслуживаемых одним каналом в единицу времени без учета простоев, является параметром распределения случайной величины T_{ser} – продолжительности обработки заявки. Среднее число заявок λ , поступающих в систему за единицу времени, является параметром распределения случайной величины T_{int} – интервала между заявками. Тогда приведенная плотность потока заявок, то есть среднее число поступающих в систему заявок за время обслуживания одной заявки, будет равно:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{T_{\text{ser}}}{T_{\text{int}}} \quad , \tag{1}$$

Среднее время нахождения заявки в очереди будет определяться соотношением:

$$T_{q} = \frac{\alpha^{n+1}}{n! n \left(1 - \frac{\alpha}{n}\right)^{2}} \frac{P_{0}}{\lambda} = \frac{\alpha^{n} n}{n! (n - \alpha)^{2}} \frac{P_{0}}{\mu} , \qquad (2)$$

где \mathbf{n} – количество каналов обслуживания в системе; \mathbf{P}_0 – вероятность нахождения системы в состоянии всех свободных каналов, вычисляемая по формуле Эрланга:

длина очереди и время ожидания не ограничиваются, так как необходимую работу рано или поздно нужно выполнить.

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^{n-1} \frac{\alpha^i}{i!} + \frac{\alpha^n}{n!} \frac{\alpha}{n - \alpha}}$$
 (3)

Средняя продолжительность выполнения работы с учетом пребывания заявки в очереди составит:

$$T_{w} = T_{q} + \frac{1}{\mu} . \tag{4}$$

Для одноканальной системы получаем:

$$P_0 = 1 - \alpha$$
, $T_q = \frac{\alpha}{\mu - \lambda}$, $T_w = \frac{1}{\mu - \lambda}$ (5)

На основании приведённых формул можно определить необходимое количество машин и механизмов, обеспечивающее плановое время производства работ. Если принять, что суммарное время готовности N грузоподъемных механизмов, представляемых в виде набора одноканальных систем обслуживания, должно соответствовать времени работы бригад с учетом ожидания, то справедлива формула:

$$NT_{\Gamma} \ge n_{\Gamma}T_{w}$$
, (6)

где T_{Γ} – среднее время готовности одного механизма, час./год; n_{Γ} – общее количество заявок (подъемов), планируемое за год.

Подставив значение $T_{\rm W}$ и приняв интенсивность потока заявок на одну систему $\lambda = \frac{n_{_{\rm T}}}{T_{\rm r}N}$,

а $\mu = \frac{1}{T_{\text{ser}}}$, получим искомое количество механизмов:

$$N \ge \frac{2n_{\Gamma}T_{ser}}{T_{\Gamma}} = \frac{2W_{\Gamma}}{T_{\Gamma}} , \qquad (7)$$

где W_{Γ} – суммарное время монтажа по нормативам, маш.-час./год.

Таким образом, с учетом принятых предпосылок необходимое количество механизмов при полностью случайном характере заявок вдвое выше, чем при подаче конструкций в монтаж по календарному графику. Для многоканальной системы обслуживания (например, для бетонно-растворного узла) необходимое количество бетоносмесительных установок п определяется численным решением неравенства:

$$\frac{n}{1+T_{q}\mu} \ge \frac{W_{\Gamma}}{T_{\Gamma}} \tag{8}$$

эффективное использование технических ресурсов в строительстве напрямую связано с вопросами нормирования, что, в свою очередь, позволяет правильно спланировать их расход



Оптимальное количество механизмов следует уточнять технико-экономическим расчетом с учетом реального характера потока заявок, затрат на обслуживание техники, оплаты простоев бригад рабочих и убытков от превышения плановой продолжительности строительства.

Вывод

Как показывает анализ, эффективное использование технических ресурсов в строительстве напрямую связано с вопросами нормирования, что, в свою очередь, позволяет правильно спланировать их расход. Вступление в силу с 1 января 2010 г. Постановления Правительства РФ за №427 от 18.05.2009 г. лишний раз подтверждает тот факт, что в первую очередь нужно создавать основу для ценообразования, а именно методическую базу и элементные сметные нормы, с помощью которых можно впоследствии перейти к стоимостным показателям как отдельных видов работ, так и их комплексов.

Литература

1. ТСН-2001.12. Общие указания по применению территориальных сметных нормативов. – М.: Мосстройцены, 2006.

ħn

Irina V. Karakozova

Cand. of Techn. Sci., Associate Professor, chair of Financial management, Moscow State Construction University

i.kar@inbox.ru

Effective use of technical resources in construction industry

Abstract

be problem of work measurement remains extremely urgent for the activity of construction organizations and requires a comprehensive methodological substantiation. Based on functional specialization of technical resources, the author describes the system of classification thereof, which is to be taken into account in measurement of various types of construction works. The author offers a mathematical apparatus for calculation of optimum parameters of applications for technical resources, which is developing the queuing theory provisions.

Keywords: technical resources, working machines, service machines, estimated rate