



Оценка параметров коррекции показателей производительности труда

Бен Кроули, Люк Макмаллан, СЕР, Катерина Черрути

Реферат

В работе описано применение коэффициентов коррекции производительности для повышения эффективности оценок затрат на труд в строительных проектах. Традиционные подходы к оценке зачастую игнорируют сложное хитросплетение факторов, влияющих на производительность труда. Авторами проведен анализ причин снижения производительности и оценка их влияния, а также показан потенциал применения результатов для повышения качества планирования и распределения ресурсов в проектах. В работе описываются явления, связанные с проектными ограничениями, проблемами и внешними факторами воздействия, а также предлагается качественное решение для оценки потерь производительности. Работа направлена на сокращение разрыва между построением теоретических моделей производительности и их эффективным применением в реальных инфраструктурных проектах. Работа была представлена под номером EST-4349 в рамках Конференции и выставки AACE International 2024 года.

1. Введение

Параметр производительности труда относится к эффективности и результативности использования трудовых ресурсов при выполнении конкретной работы или проекта в определенный временной период. Производительность показывает эффективность использования труда при достижении конкретной цели и понимание механизма определения производительности играет ключевую роль при оценке затрат, поскольку производительность непосредственно влияет на общую величину затрат проекта. Эффективное использование трудовых ресурсов означает более быстрое выполнение задач и сокращение затрат на труд, в то время как низкая производительность может привести к возрастанию затрат. Производительность труда может существенно меняться в зависимости от характера и сложности проекта, на уровень производительности могут влиять тип строительного проекта, условия на площадке, требования к проекту и уровень квалификации трудовых ресурсов. В частности, проект с особыми требованиями может потребовать дополнительных затрат времени и ресурсов, что повлияет на общее значение производительности. Кроме того, на уровень производительности могут оказывать воздействие отклонения с точки зрения масштабов проекта, применяемых технологий и доступных ресурсов. Понимание и отражение условий конкретного проекта имеют ключевое значение для точности оценки затрат. Нижеприведенная работа направлена на то, чтобы дать читателю общее представление о производительности труда и ее практическом применении в качестве ценного инструмента эффективного планирования и реализации проекта.

2. Производительность труда и оценки затрат проекта

2.1. Процесс оценки затрат

Оценка трудозатрат проекта – это процесс, применяемый в строительстве и прочих проектно-ориентированных отраслях для прогнозирования и расчета стоимости трудозатрат, связанных с конкретным проектом. Процесс включает оценку объема труда, необходимого для выполнения отдельных задач и работ проекта с последующим определением соответствующих затрат на основании расценок, значений производительности и длительности проекта. Первый шаг подразумевает определение и количественную оценку всех составляющих проект работ и задач. Затем на основе исторической информации или отраслевых аналогов проводится оценка параметров производительности труда, параллельно с определением расценок по всем видам квалифицированного и неквалифицированного труда с учетом места выполнения работ, уровней квалификации и так далее и оценкой продолжительности выполнения работ с учетом их последовательностей и графика проекта. На основании вышеперечисленных показателей определяется общий объем трудозатрат по отдельным работам и проводится расчет затрат на труд путем умножения величины трудозатрат на соответствующие расценки. Для учета непредвиденных обстоятельств и косвенных затрат производится расчет резервов и накладных расходов, и затраты на труд суммируются по всем работам для получения общей величины оценочных затрат на труд для проекта в целом.

2.2. Производительность труда

Параметр производительности труда относится к эффективности и результативности трудовой деятельности в отношении к вложенным ресурсам и обычно определяется как объем выполненных работ за единицу времени или человеко-час, то есть является мерой выпуска продукции в единицу времени или усилий, обычно измеряемых в человеко-часах [1]. Для определения производительности труда обычно используется формула (1).

$$\text{Производительность труда} = \frac{\text{Выпуск продукции}}{\text{Общие трудозатраты}}$$

Формула 1 – Производительность труда

В данной формуле под величиной выпуска продукции понимается объем или стоимость произведенных товаров или услуг, а величина общих трудозатрат отражает величину затрат труда, число работников или иные родственные параметры. Высокие значения производительности труда означают, что работники производят больше при аналогичных трудозатратах (или производят столько же при меньших трудозатратах), что показывает рост эффективности.

Эффективное использование труда имеет критическое значение для успеха проекта, поскольку непосредственно влияет на затраты, сроки, и качество получаемых результатов, а также непосредственно влияет на точность оценок затрат. Менеджер проекта может уточнить оценку затрат за счет понимания эффективности работы трудовых ресурсов и отражения реалистичных потребностей в них. Постоянный мониторинг и анализ производительности труда позволяют на ранних стадиях выявлять отклонения от планового графика и бюджета, и дают менеджерам проектов возможность принимать информированные решения и вносить изменения [в проекты]. Точные значения производительности труда могут обеспечить соответствие оценок затрат фактическим показателям реализации проекта, и служат исходными данными для уточнения и валидации затрат проекта.

3. Базовые нормативы производительности труда

Оценка трудозатрат проекта начинается со стандартизованных и согласованных нормативов производительности труда. Практическое руководство *AACE RP 73R-13: Establishing Labor Productivity Norms* дает следующее определение норматива производительности труда:

«установленное согласованное референтное или справочное значения количества человеко-часов (трудозатрат), необходимых для выполнения определенной трудовой деятельности, с учетом конкретных требований, связанных с данным значением. Каждое нормативное значение производительности труда представляет собой согласованное типовое или усредненное количество трудовых часов, необходимых рабочему или группе рабочих (т.е. бригаде) для выполнения определенной работы с учетом предъявляемых требований. Для простоты норматив производительности труда может описываться как количество часов, необходимых для выполнения единицы измерения выполняемой работы (также «единичные трудозатраты») [1]». Как описано в руководстве, норматив производительности формирует базовую оценку трудозатрат, к которым могут применяться дополнительные модификаторы, зависящие от особых условий конкретного проекта. Определение норматива позволяет сметчику связать значение производительности труда для работы конкретного проекта с внешними проектами с отличающимися уникальными характеристиками. Определение базового норматива производительности направлено на поиск разумных предположений, связанных с объемом работ, относящихся к конкретной оцениваемой работе.

В руководстве также приводится таблица факторов, которые рекомендуется учитывать при определении нормативов производительности. В таблице приводятся условия труда, влияющие на выполнение основных строительных работ, но обычно не учитываемые при оценке смет в качестве явных статей затрат. Выявленные признаки лучше всего считать набором неотъемлемых дополнительных факторов, понижающих производительности и приводящих к увеличению нормативных затрат труда, а не отдельными оцениваемыми элементами затрат. Примерами подобных факторов, влияющих на производительность, являются необходимость соблюдения современных стандартов в области охраны труда, затраты времени на подготовку и свертывание рабочих мест, а также время на взаимодействие членов бригады между собой, планирование и перемещение по площадке при выполнении работ. На рисунке 1 приведены шесть основных категорий факторов влияния, которые должен учитывать сметчик.

Большинство нормативов производительности либо разрабатываются внутри фирмы на основании исторической информации и опыта реализации проектов, или берутся из внешних источников [1]. Сметчикам доступно несколько опубликованных баз, выбор которых в основном зависит от типа проекта, региона его реализации и экономической целесообразности. В примерах, приведенных в настоящей работе, в качестве источника базовых нормативов производительности использовалась база RS Means, являющаяся примером надежного и заслуживающего доверия коммерческого источника сведений о затратах, связанных с материалами, трудозатратами и строительными машинами и механизмами для проектов, реализуемых в Северной Америке.

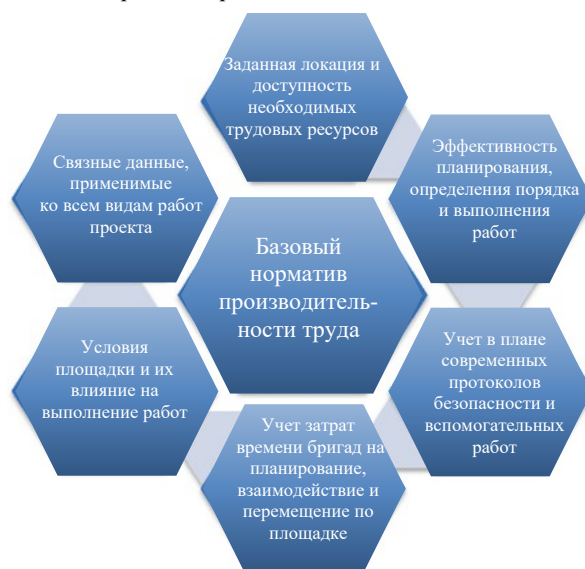


Рисунок 1 - Базовые нормативы производительности труда

База RS Means управляется коллективом специалистов по анализу данных и экспертов в области строительства, непрерывно отслеживающих отрасль для определения нормативов производительности и расценок в строительстве. Не менее важным качеством базы является прозрачность механизма оценки базовых затрат для пользователя – для достижения данной цели база содержит детальные описания методов получения приводимых оценок затрат. Разработчики базы рекомендуют пользователям ознакомиться с базовой информацией и понять ее до извлечения сведений из базы, поскольку пользователи зачастую вырывают значения из контекста без учета и понимания влияющих на базовые оценки условий и факторов. На самом общем уровне БД RS Means действуют следующие допущения:

Затраты на материалы

- Предполагается, что производитель предоставляет гарантию на материалы;
- Не включаются налоги с продаж.

Затраты на труд

- Расценки являются результатом математического усреднения значений для конкретного вида работ по тридцати крупнейшим городам США;
- Показатели производительности учитывают получение материалов и обращение с ними, мобилизацию на площадке, перемещения по площадке, перерывы и время на приборку рабочих мест;

- Показатели производительности определяются на основе длительного периода времени;

Затраты на строительные машины и механизмы

- Включают затраты на запасные части и работы по текущему техническому обслуживанию (ремонт или замену насосов, фильтров, изношенных тросов и так далее);
- Включают стандартные расходные материалы, такие как топливо, смазочные материалы, покрышки и электроэнергию.

В базе также учитывается воздействие дополнительных факторов, влияющих на затраты, и приводится краткое описание того, как учитывается воздействие фактора. В качестве примеров можно привести

- **качество:** затраты должны быть достаточными для качественного выполнения работы;
- **сверхурочные:** затраты на сверхурочные работы не учитываются;
- **масштаб проекта:** в небольших проектах единичные расценки зачастую выше;
- **удаленность:** перемещение материалов и строительных машин за пределы двадцатимильного радиуса может привести к росту затрат.

Для того, чтобы сметчик мог пользоваться содержащимися в базе нормативами и применять корректирующие коэффициенты для конкретного проекта, ему необходимо знать основные влияющие на стоимость работ допущения, принимаемые при использовании нормативов. Одним из широко распространенных видов работ, осмечиваемых для коммерческих проектов, является укладка бетона. База RS Means содержит подробный перечень методов и вариантов бетонных работ, авторы рассмотрели один из них в приведенном ниже примере.

Пример подразумевает выбор настройки базы «коммерческий проект, новое строительство», выбор четвертого квартала 2023 года, стандартных расценок, согласованных с профсоюзами и города Сигл (штат Вашингтон) в качестве места выполнения работ. По данным RS Means разумное значение производительности для плит оснований при объеме свыше 20 кубических ярдов при подаче бетононасосом составляет 0,16 часа на кубический ярд.

Первое примечание для элемента расположено в источнике на уровне родительского кода и сообщает, что указанные затраты включают затраты труда на укладку, разравнивание и уплотнение бетона. Как следствие, сметчик видит охват работ, выполнение которых предполагается для данного элемента. В норматив не включаются любые дополнительные затраты, например, связанные с монтажом и демонтажом опалубки, отделкой поверхности бетона, разделкой швов и устранением дефектов основания, равно как и иные вспомогательные работы, которые могут считаться стандартными при возведении фундаментов. Дополнительные сведения об опубликованном нормативном значении находятся в разделе справки – приведенное там краткое описание из двухсот слов следует прочитать каждому специалисту, применяющему норматив. В описании указано, что при определении норматива производительности использовались следующие предположения:

- подвоз бетона производится с 8 утра до 5 часов вечера;
- отсутствуют оговоренные скидки за поставку больших объемов бетона;
- стандартная максимальная высота подъема бетона насосами составляет порядка 15 этажей;
- расстояние по горизонтали от насоса до места укладки может увеличивать подготовительное время.

Вышеприведенные примечания должны показать сметчику, что необходимо вносить изменения, если условия конкретного проекта не соответствуют допущениям. Например, если проект реализуется в условиях плотной городской застройки, и доставка бетона между 08:00 и 17:00 либо невозможна, либо приведет к возникновению существенных дополнительных затрат на получение разрешений и регулирование движения, сметчику при использовании справочного значения в качестве базового норматива производительности потребуются учесть альтернативный график выполнения работ.

4. Потери производительности при оценке затрат

Вне зависимости от нормативов производительности, применяемых сметчиком, базовые показатели производительности труда редко полностью описывают ситуацию или позволяют получить точную оценку затрат сами по себе. Нормативы, устанавливающие базовую производительность для конкретных элементов строительства дают усредненную оценку, опирающуюся на разумные допущения и усредненные сценарии выполнения работ. При этом в реальном мире каждый проект, с которым сталкивается сметчик, будет в некоторой мере уникален, что в свою очередь приведет к отклонениям значений производительности и затрат от средних значений. Под потерей производительности понимается ситуация, когда производительность труда ниже базового значения.

Поскольку производительность труда в строительстве определяется как величина затрат труда квалифицированных рабочих, необходимая для производства одной единицы готовой продукции, потери производительности возникают в случае, если подрядчик производит продукцию с более низким темпом, то есть, если подрядчик производит меньше, чем планировалось на человеко-час работы [2]. Потерянная производительность может оцениваться как разность между оптимальной и фактической производительностью [2], при этом оптимальная производительность достигается при качественном управлении, на постоянной основе и в стандартных условиях труда. Фактическая производительность — это то, что наблюдается на площадке в реальности, и данное значение обычно меньше актуального. В общем случае разница возникает вследствие операционных и системных факторов. Операционные факторы снижения производительности могут быть нивелированы менеджерами проекта, в то время как системные факторы обычно с трудом поддаются управлению или смягчению. К ним относятся, например, ошибки проектирования, погодные условия, условия на площадке и проблемы с персоналом. Если оптимальное или плановое значение производительности для бригады составляет 50 футов труб в час, но на площадке бригада по разным

причинам укладывает только 40, то фактическая производительность составляет 40 футов в час, а по три производительности составляют 20%, что в свою очередь оказывает отрицательное воздействие на управление затратами проекта. В большинстве строительных проектов затраты на труд составляют существенную долю общих затрат – от 20 до 50%, и подрядчики обычно получают оплату за выполненные работы, а не за потраченное время, так что падение производительности на 20% существенно увеличит общие затраты проекта [3].

Поскольку оценки затрат играют ключевую роль при подготовке предложений и определении цены подряда в строительных проектах, точность определения производительности труда важна и для заказчиков, и для подрядчиков. Недооценка потерь производительности может привести к неудаче торгов, если подрядчики не будут согласны с оценками объемов, и напротив, если подрядчик принимает предложение, в котором недооценивается производительность труда в проекте, то он может недополучить выручку и прибыль. Неточные оценки трудозатрат проекта могут также привести к возникновению требований изменений, осуществляемых за счет заказчика, а отсутствие разрешения требований изменений может породить и претензии. Из этого следует, что учет сметчиком потерь производительности становится критически значимым для точного определения бюджета проекта и управления затратами.

4.1. Коэффициент производительности

Одним из механизмов определения разницы между оптимальной и фактической производительностью и оценки потерь является коррекция целевых значений производительности путем ввода коэффициентов. Коэффициент производительности представляет собой отношение между фактической и оптимальной производительностью (формула 2).

Коэффициент производительности =
$$\frac{\text{Фактическая производительность}}{\text{Оптимальная или целевая производительность}}$$

Формула 2 - Коэффициент производительности

Оптимальная или целевая производительность определяются при помощи нормативов, применяемых сметчиком, как это описано выше. Определение фактической производительности по факту невозможно до завершения проекта и подведения итогов, хотя, как и в случае других параметров оценки затрат, для определения фактической производительности могут использоваться разумные допущения, относительно факторов, повышающих или понижающих производительность. Для использования метода необходимо понимать основные причины, приводящие к повышению или снижению производительности, в частности, практическое руководство 25R-03 Оценка потерь производительности при работе с претензиями в строительстве [2] содержит перечень основных факторов, приведённых в таблице 1.

Таблица 1 - Основные причины снижения производительности

Причина	Описание
Отсутствие на рабочем месте	Отсутствие членов бригады на рабочем месте может повлиять на значение производительности вследствие неспособности достигнуть планового уровня при ограниченных ресурсах или изменившемся сочетании навыков и уровня опыта.
Ускорение	Ускорение проекта, как намеренное, так и ненамеренное, может привести к сверхурочным работам, дополнительным сменам или привлечению рабочих в количестве, превышающем емкость площадки или порог эффективного управления, что в свою очередь может повлиять на производительность
Неблагоприятные / тяжелые погодные условия	Несмотря на то, что неблагоприятные погодные явления ожидаются в любых проектах и должны учитываться при определении базовых значений производительности, большая их тяжесть может привести к сдвигу чувствительных к погоде работ с периодов хорошей погоды на периоды неблагоприятных погодных условий, или вообще привести к остановке работ. Примером влияния погоды на производительность может послужить сдвиг земляных работ, таких как обратная засыпка или уплотнение грунта на период дождей.
Доступность квалифицированных рабочих	Для обеспечения необходимой производительности бригадам требуются квалифицированные работники. Если они недоступны, то производительность может упасть вследствие того, что подрядчики будут вынуждены выполнять работы при помощи менее квалифицированного персонала
Изменения, ошибки и переделки	Крупные изменения за пределами планируемого объема работ и нормативов, либо множественные изменения могут оказывать накопленное воздействие на производительность. Производительность также страдает в случаях, когда работу на площадке необходимо несколько раз переделывать до достижения требуемого результата.
Конкуренция за персонал	Параллельно реализуемые и расположенные вблизи от оцениваемого проекты могут привести к возникновению конкуренции за услуги квалифицированных рабочих и снижению производительности вследствие оттока кадров (вследствие дороговизны замены персонала) или необходимости повышения оплаты труда подрядчиками для стимулирования рабочих. Данные факторы могут повлиять на снижение производительности и/или привести к повышению ставок оплаты труда в сравнении с целевыми показателями.
Текучесть кадров	Если в бригадах существует текучка, то новые рабочие должны будут проходить кривую обучения, и как следствие производительность для всей бригады упадет
Стесненность работы	Для достижения оптимальной производительности бригаде требуется определенное рабочее пространство, чтобы не мешать другим. При работе в стесненных пространствах может возникнуть ситуация, когда в отдельную локацию назначается слишком много персонала, или персонала разных специальностей, что приводит к скученности и снижению производительности.
Ошибки при проектировании	Замедление работы вплоть до полной остановки до момента получения уточнений может происходить при наличии ошибок или неясностей в чертежах и спецификациях
Размывание контроля	При постоянном дроблении бригад и изменении состава или последовательностей работ, персонал на площадке не может эффективно отслеживать производительность труда и тратит слишком много усилий на планирование и перепланирование вместо контроля. Падение производительности также возможно

	вследствие отсутствия в нужное время и в нужном месте необходимых машин, материалов или инструмента.
--	--

Продолжение таблицы 1

Причина	Описание
Избыточный объем сверхурочных работ	По мере роста объема сверхурочных работ, производительность имеет тенденцию к сокращению вследствие усталости, увеличения числа прогулов, ухудшения морали, сокращения контроля, ухудшения качества работы и увеличения объема переделок, а также увеличения числа инцидентов. Ряд исследований предполагают, что применение сверхурочных в течение длительного времени приводит к уменьшению выпуска продукции и как следствие – к снижению производительности и росту затрат.
Неспособность координировать работу специализированных подрядчиков, субподрядчиков и поставщиков	Если команда управления проектом не может доставить в нужное время в нужное место необходимые материалы, персонал или субподрядчиков, то производительность может пойти вниз, так как у бригад не будет необходимых ресурсов для выполнения работ, а рабочие разных специальностей будут мешать друг-другу.
Усталость	Усталые и перегруженные работой сотрудники работают медленнее обычного, что приводит к росту числа ошибок, инцидентов и травм, и как следствие – к снижению общей производительности.
Вопросы управления трудовыми ресурсами и отношения с трудовыми ресурсами	На производительность труда могут оказать влияние отношения с профсоюзами, проблемы с отношениями в отрасли, неблагоприятные условия труда, проведение учебных тревог, несвоевременная выдача разрешений или проблемы с доступом к площадке
Кривые обучения	В начале всех проектов существует кривая обучения, когда бригады знакомятся с проектом, площадкой, стандартами качества и так далее. Если проект будет остановлен и перезапущен, то неизбежно потребуются дополнительные периоды обучения, и каждая из кривых будет отрицательно влиять на производительность
Нехватка материалов и оборудования	Производительность труда бригад падает при отсутствии в нужное время в нужном месте необходимых материалов, инструмента или оборудования. Производительность также снижается при использовании несоответствующих инструментов и оборудования
Избыточная численность персонала	Несмотря на то, что утверждение кажется противоречащим здравому смыслу, наличие большего числа рабочих, чем изначально планировалось или было необходимым, может также привести к снижению производительности. Слишком большое число рабочих означает невозможность правильно управлять ими, и часть рабочих будут заниматься непроизводительной деятельностью. Кроме того, на площадке может возникнуть скученность, и на всех может не хватить материалов или оборудования.
Низкий уровень морального духа рабочих	Как и в любой деятельности, если моральный дух рабочих низок, то может пострадать и производительность. Ситуация может усугубиться в случае большого объема переделок, поскольку требуется выполнять работы, а уровень энтузиазма при этом может быть невысок.
Параметры управления проектом	Плохое управление проектом может оказывать разные воздействия на общую производительность работ в проекте, но в целом обычно сводится к некачественным графикам и плохой координации работ. Если работы неверно спланированы, не хватает машин или рабочих, и не обеспечен оптимальный состав бригад, то бригады могут работать менее эффективно. На производительность труда может отрицательно влиять и неправильная организация площадки (например, площадки хранения, въезды и места отдыха могут быть сильно разнесены). Плохие процедуры инициирования проекта могут приводить к досрочной мобилизации трудовых ресурсов [прим. перев - с последующими простоями].
Неупорядоченные последовательности работ	Выполнение работ, которые не организованы в логическую последовательность, может привести к хаотическим перемещениям по площадке или выполнению работ в случайном порядке, что в свою очередь влияет на производительность.
Сжатие графика	Сжатие графика происходит при сокращении общей продолжительности выполнения работ и обычно приводит к привлечению дополнительных ресурсов для выполнения работ в сокращенные сроки. Это приводит к потере производительности вследствие снижения контроля, нехватки необходимых для работы привлеченных рабочих материалов, оборудования и инструмента, повышения потребности в усилиях по координации работ, нехватки квалифицированного персонала, а затем - сверхурочных и усталости.
Ограничения площадки или зоны проведения работ	Легкость доступа к площадке или зоне проведения работ может влиять на производительность. Если площадка расположена далеко, или к ней сложно добираться, то производительность может упасть, так как могут возникнуть проблемы со своевременной доставкой рабочих и материалов. Если площадка имеет ограничения по времени доступа (например, см 10:00 до 15:00), то от подрядчика может потребоваться привлечь избыточное количество рабочих.
Условия на площадке	На производительность труда могут влиять различные условия на площадке – в частности, физические характеристики участка (почвы), окружающая среда, требования к необходимым разрешениям и условия проведения работ (например, требования к допустимому уровню шума)
Несвоевременное утверждение документов и предоставление ответов	Если заказчики, проектировщики или руководители строительства своевременно не реагируют на направляемые им документы и запросы, то производительность в проекте падает, поскольку бригады не имеют необходимых полномочий или достаточных знаний для продолжения работ

Вышеприведенный список неполон и не охватывает всех возможных причин потерь производительности, но задает надежную основу для оценки фактической производительности. По мере проработки проекта сметчик получает возможность использовать проектную документацию и собираемые сведениями о проекте, подрядчике и команде проекта для оценки влияния данных факторов на производительность и сформировать модель оценки фактической производительности в сравнении с базовой. В реальности сметчик оценивает коэффициент производительности, который позволит определить фактическую производительность в проекте, используя приведенную выше формулу (2).

Фактическая производительность = Коэффициент производительности * Оптимальная или целевая производительность

Формула 3 - Фактическая производительность

4.2. Определение и применение коэффициента производительности

Одним из методов формирования модели для оценки коэффициента производительности является создание перечня базовых факторов, влияющих на производительность, с набором множителей, отражающих степень воздействия факторов на проект. Факторы определяются с учетом базовых причин потери производительности, хотя поскольку факторы часто накладываются друг на друга, не стоит выделять отдельный фактор для каждой из причин. Диапазон значений множителей для каждого из факторов определяется на основании опыта предыдущих проектов и отраслевой экспертизы так, чтобы обеспечить достаточно широкий охват положительных и отрицательных воздействий на производительность проекта. Например, если в модели присутствует фактор «Полгода /климат», то его следует оценивать по шкале «суровости» при помощи множителя, который соответствует последствиям воздействия наиболее неблагоприятной погоды/климатических условий с одной стороны, и наиболее благоприятной погоды (климатических условий) в сравнении с предполагаемыми условиями реализации проекта с другой, например, по пятибалльной шкале, пример которой приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Пример фактора, действующего на производительность

Балл	1	2	3	4	5
Погода/климат	1,20	1,10	1,00	0,95	0,90

В вышеприведенном примере фактор «Погода/климат» оценивается по пятибалльной шкале, где балл для самых суровых условий (1) соответствует множителю 1,20, что означает увеличение количества человеко-часов, необходимых для выполнения работы, на 20%. Балл для наиболее благоприятных условий (5) соответствует множителю 0,9, что означает сокращение трудозатрат на выполнение работы на 10% (в условиях, когда погодные или климатические условия окажутся лучше запланированных). Каждый балл шкалы требует четкого определения принципов присвоения, чтобы метод могли использовать разные сметчики для различных проектов.

Для определения общего модификатора производительности в модели производится умножение базового значения (1,00) на все используемые множители, что позволяет получить статическое (детерминированное) значение. Для повышения доверия к методу модификатор также вычислить вероятностными методами, в частности методом Монте-Карло. Описание факторной модели производительности и примеры ее применения рассмотрены в разделе 5.

Таблица 3 – Укрупненные описания для определения баллов

Фактор	Значения критериев для присвоения баллов				
	1	2	3	4	5
Погода/ климатические условия	Неблагоприятные	Плохие	Смешанные	Хорошие	Превосходные
Сверхурочные работы (часов в неделю)	>28	20–28	12–20	4 – 12	0 – 4
Масштаб трудозатрат проекта (часов)	>500 000	250-500 000	100-250 000	10-100 000	<10 000
Проблемы, связанные с производством	Серьезные	Существенные	Умеренные	Редкие	Отсутствуют
Логистика ресурсов	Задержки/удаленнос ть/ нестандартная логистика	Создающая проблемы	Возможно наличие проблем	Эффективная	Все ресурсы доступны /все ресурсы вблизи /легкая логистика
Стесненность	Перемещение по площадке затруднено	Серьезная стесненность	Умеренная стесненность	Незначительная стесненность	Отсутствует
Доступность опытного персонала	Нехватка ресурсов	Недостаточная доступность	Ограниченная доступность	Хорошая доступность	Прекрасная доступность
Тщательность проверок, инспекций, контроля качества	Очень высокая	Высокая	Умеренно высокая	Усердие в отдельных случаях	Стандартная для отрасли
Условия на площадке	Сильно ограничивающие	Ограничивающие	Есть ограничения	Есть незначительные ограничения	Есть незначительные ограничения
Скорость реагирования проектировщиков / команды заказчика	Очень низкая	Низкая	Умеренная	Высокая	Очень высокая

5. Использование инструмента оценки производительности труда

5.1. Описание инструмента и методологии применения

Командой сметчиков был разработан инструмент для более точного учета производительности труда и отражения ее воздействия на затраты проекта. Инструмент обеспечивает использование системного подхода к оценке и анализу производительности труда и эффективности работы трудовых ресурсов. Для определения коэффициента производительности используются различные показатели и применяются приемы анализа данных. Задача состоит в получении точного значения модификатора производительности, позволяющего улучшить эффективность оценки и оптимизации потребности в трудовых ресурсах для анализируемого проекта. При работе инструмента применяются десять отдельных показателей, влияющих на производительность, оцениваемых по пятибалльной шкале.

Путем интенсивного анализа и применения указаний, изложенных в ранее упомянутых практических рекомендациях AACE, команда разработала набор факторов производительности, подобранных так, чтобы повысить надежность и эффективность процесса оценки. Каждый присваиваемый балл имеет соответствующее ему значение множителя, показывающее количественное воздействие рассматриваемого фактора на общие оценки или расчеты и степень, в которой фактор влияет на общий результат. Для определения общего коэффициента для проекта, пользователь выбирает из выпадающего меню балл для каждого из факторов, полученные результаты перемножаются для получения модификатора единичных оценок трудозатрат. В инструменте предусмотрено несколько вариантов дополнительной настройки модифицирующего коэффициента проекта. Во-первых, пользователь может вручную внести поправки, отражающие уникальные требования к работам, типу строительства или технологиям, которые не учитываются в десяти предлагаемых факторах. Данный вариант обычно не используется, но предполагается, что для отдельных проектов возможно некоторое уникальное сочетание условий, в которых применение данной опции допустимо, при условии документального обоснования. Во-вторых, можно использовать систему классификации оценок затрат AACEI и вводить корректирующий коэффициент в зависимости от уровня проработки проекта. Третий вариант включает введение элемента неопределенности и расчет вероятностного корректирующего коэффициента. Наличие последнего означает признание того, что сама природа оценки производительности труда содержит элемент неопределенности и подразумевает использование имитационного моделирования методом Монте-Карло для получения диапазона возможных значений. Существует ряд программных решений для использования метода Монте-Карло в среде Excel, в частности @Risk от компании Palisade или Crystal Ball. Инструмент использует треугольное распределение для каждого из факторов, при этом задаются минимальное, максимальное и наиболее вероятное значение, что делает данный вид распределения

идеальным вариантом для ситуаций с ограниченным набором исходных данных. В качестве результата обычно используется значение P50 (медиана), хотя это можно скорректировать при выборе более консервативного сценария.

В целях демонстрации возможностей разработанного инструмента, было проведено его применение для анализа двух примеров разнородных проектов. Использовались проекты сооружения инфраструктурных объектов из различных отраслей, реализованные в разных регионах и подверженные влиянию разных факторов, влияющих на производительность труда. Первый проект относится к области водоснабжения и представляет собой пример умеренного воздействия влияющих на производительность факторов, второй проект относится к области транспортного строительства и служит примером более сложного сочетания факторов производительности, приводящего к более существенным, но тем не менее разумным корректировкам.

5.2. Пример 1: Резервуар для воды

5.2.1. Описание проекта

В примере рассматривается сооружение резервуара для питьевой воды объемом 21 миллион галлонов (прим. перев – примерно 79494 кубометров) в регионе большого Сиятла. Новое частично заглубленное круглое сооружение из предварительно напряженного железобетона было спроектировано для того, чтобы заменить подлежащее сносу хранилище бассейнового типа из монолитного бетона. Основные этапы проекта включали снос существующего сооружения, проведение значительного объема земляных работ, сооружение резервуара из предварительно напряженного железобетона и проведение трубных и монтажных работ, связанных с сооружением и его подключением к сетям. Проект реализовывался в пригородной зоне, вблизи жилых и коммерческих объектов. Исходная смета была подготовлена на основе завершенной на 60% проектной и рабочей документации в целях формирования детализованной оценки затрат класса 3 по методике ААСЕ. Расчет затрат на труд проводился с применением значений производительности из базы RS Means и преобладающих профсоюзных расценок для округа, в котором осуществлялся проект. Для учета воздействия таких факторов, влияющих на производительность, как сверхурочные работы, доступность квалифицированных рабочих и локальных соглашений в области труда для затронутых работ применялся повышающий коэффициент, значение которого составило 9,1%. Расчет значения показателя приведен ниже.

5.2.2. Определение производительности труда

В целях определения корректирующего показателя производительности труда команда рассмотрела все доступные сведения о проекте и документы. Было выявлено, что проект в целом представляет собой относительно стандартный строительный проект с ограниченным числом значимых факторов, влияющих на производительность труда. Оценка проекта проводилась с учетом следующих предположений относительно воздействующих факторов:

- **Погода/ климатические условия** – площадка проекта расположена в области с преимущественно сухим летним периодом, с редкими периодами высоких температур, что соответствует в целом сухому периоду строительства. Осадки могут включать большое количество дождя, а временами – снег и лед. Из графика проекта следовало, что определенная часть строительных работ будет выполняться в период осадков, что приведет к определенному снижению производительности.
- **Сверхурочные работы** – предполагалось, что в проекте используется стандартная рабочая неделя, включающая 10 часов сверхурочных работ.
- **Масштаб трудозатрат проекта** – базовая оценка затрат до корректировок показывала общий объем трудозатрат порядка 90 тысяч человеко-часов при продолжительности проекта в 28 месяцев.
- **Проблемы, связанные с производством** – проект требовал вывода из эксплуатации существующего резервуара, но ни команда управления строительством ни заказчик не видели каких-либо серьезных проблем.
- **Логистика ресурсов** – площадка расположена вблизи крупного шоссе в области преимущественно городской застройки, серьезные логистические проблемы при доставке материалов, машин или рабочих на площадку отсутствуют.
- **Стесненность** – на площадке достаточно места для разгрузки и хранения, но есть отдельные проблемы с доступом к площадке, поскольку площадка окружена жилой застройкой в основном с узкими улицами и ограниченной парковочной емкостью.
- **Доступность опытного персонала** – в регионе существует нехватка строительных рабочих и ведется большое количество инфраструктурных проектов, что может дополнительно ухудшить ситуацию в будущем. В проекте предъявляются особые требования к квалификации персонала, которые скорее всего будут закрываться специализированными подрядчиками.
- **Тщательность проверок, инспекций, контроля качества** – отсутствуют какие-либо специальные требования, уровень тщательности соответствует типовому проекту сооружения объектов водоснабжения.
- **Условия на площадке** – физическое состояние площадки не демонстрирует каких-либо проблем. Угрозы безопасности могут включать применение строительных машин (кранов и экскаваторов), а также работы на малых высотах. Потребуется получение определенных разрешений.
- **Скорость реагирования проектировщиков / команды заказчика** – команда заказчика в основном реагирует быстро, проблем не выявлено. проектировщик также поддерживает коммуникации.

Расчет производительности труда			
Название:	Резервуар для воды	Оценка №:	1
Место:	Большой Сизэтл, штат Вашингтон	Дата:	Лето 2023
Описание:	Снос существующего резервуара и сооружение нового круглого резервуара из бетона	Имя:	Parametrix
Оцените каждый фактор по шкале от 1 до 5 Факторы производительности		Основание	Значение
A	Погода/климатические условия	В районе реализации проекта бывают периоды дождливой погоды, в зимнее время возможно выпадение снега. Планируется проведение строительных работ в месяцы с наличием осадков	Смешанные
B	Сверхурочные работы (часов в неделю)	В проекте ожидается определенный объем сверхурочных работ	4-12 часов
C	Масштаб трудозатрат проекта (часов)	Проект среднего размера с продолжительностью строительства 28 месяцев	10-100,000 часов
D	Проблемы, связанные с производством	Умеренное воздействие вследствие необходимости вывода из эксплуатации существующего резервуара	редкие
E	Логистика ресурсов	С определенными осложнениями вследствие расположения площадки, но в целом эффективная	Эффективная
F	Стесненность	Незначительная стесненность вследствие доступа к площадке в основном по улицам, расположенным в жилой застройке	Незначительная стесненность
G	Доступность опытного персонала	В регионе существует нехватка персонала основных специальностей	Ограниченная доступность
H	Тщательность проверок, инспекций, контроля качества	С учетом природы проекта ожидается стандартный уровень внимания при проверках, изучении спецификаций и обеспечении качества	Усердие в отдельных случаях
I	Условия на площадке	Физическое состояние площадки нормальное, число известных угроз незначительно. Для подключения к сетям необходимо обязательное получение разрешений	Есть ограничения
J	Скорость реагирования проектировщиков / команды заказчика	Проблем с реагированием со стороны проектировщиков или команды заказчика не выявлено	Высокая
Детерминированный параметр трудозатрат			1,07
Корректирующий показатель (пользовательский)		Уникальные условия труда/ вид строительства/новые технологии	1,00
		Множитель для единичных трудозатрат	1,07
		Класс оценки по РУ ААСЕ	Класс 3
		Вероятностный модификатор трудозатрат	1,091

Рисунок 2 - Листок расчета параметров производительности труда для проекта резервуара

Результатом оценки стали детерминированное значение модификатора трудозатрат, равное 7% и вероятностное значение, составляющее 9,1%. На рисунке 2 приведена полная рабочая таблица с факторами производительности, баллами и обоснованиями. В базовой оценке затрат проекта затраты на труд составляют примерно 50% прямых затрат на строительство. После применения вероятностного коэффициента производительности труда, равного 9,1% для коррекции затрат проекта прирост общих затрат на проект составил порядка 5,4%.

5.3. Пример 2: Путепровод над железной дорогой

5.3.1. Описание проекта

Второй пример описывает сооружение путепровода над железной дорогой в Юте. Проект предусматривает снос существующего сооружения и сооружение нового моста. Площадка проекта расположена в частично городской застройке, вблизи железной дороги и коммерческой застройки. Смета разрабатывалась в интересах формирования детальной оценки затрат класса 3 по методике ААСЕ и основывалась на проектной документации при 90% готовности проектирования. Расчет затрат на труд проводился с применением значений производительности из базы RS Means и преобладающих профсоюзных расценок для округа, в котором осуществлялся проект [4]. С учетом содержания работ и характеристик площадки были разработаны и включены в оценку два отдельных расчета коррекции производительности – для учета воздействия таких факторов, влияющих на производительность, как масштаб проекта, влияние близлежащей инфраструктуры (железная дорога), тесноты, а также необходимых инспекций и мероприятий по контролю качества для конструкций, полотна и освещения был получен корректирующий показатель, составляющий 46,2%, а для работ по благоустройству, установке знаков и устройству разметки применялся более низкий корректирующий показатель, составляющий 10,3%.

5.3.2. Определение производительности труда

В целях определения корректирующего показателя производительности труда команда рассмотрела все доступные сведения о проекте и документы. Было выявлено, что проект в целом представляет собой относительно стандартный строительный проект с ограниченным числом значимых факторов, влияющих на производительность труда. Оценка проекта была разбита на две части, привязанных к структуре декомпозиции работ, использованной в оценке – первая часть включала конструкции, полотно и освещение, а вторая – работы по благоустройству, установке знаков и устройству разметки. Для каждой из частей проводилась отдельная оценка и был получен модифицирующий коэффициент, основанный на факторах, влияющих на выполнение существенной части проекта. Оценка проводилась с учетом следующих предположений относительно воздействующих факторов:

5.3.3. Дорожное полотно / Конструкции / Освещение

- **Погода/ климатические условия** – площадка проекта расположена в зоне холодного полусухого климата с жарким летом и холодной зимой. В месте проведения проекта возможны отрицательные температуры и снег. График показывает, что строительные работы будут выполняться и в зимние месяцы, что приведет к снижению производительности.
- **Сверхурочные работы** – предполагалось, что в проекте используется 60-часовая рабочая неделя со сверхурочными работами.
- **Масштаб трудозатрат проекта** – проект среднего размера, продолжительность строительства – семь месяцев.
- **Проблемы, связанные с производством** – умеренное количество проблем, ожидаемых вследствие необходимости работать вблизи железной дороги.
- **Логистика ресурсов** – ожидается наличие некоторого количества осложнений, связанных с железной дорогой, но в целом ожидается общая эффективность логистики.
- **Степень сжатости** – на площадке имеется достаточно места для проведения строительных работ и организации складирования.
- **Доступность опытного персонала** – в регионе отсутствует дефицит трудовых ресурсов, но на рынке строительных работ существует определенная нехватка ресурсов.
- **Тщательность проверок, инспекций, контроля качества** – вследствие работы вблизи железной дороги и необходимости соответствовать требованиям Федерального агентства транспорта ожидаются тщательные проверки. Строительство моста требует высокой точности и тщательности, а также обеспечения соответствия требованиям федерального законодательства.
- **Условия на площадке** – физические условия на площадке в целом хорошие, количество известных угроз невелико. Потребуется получение определенных разрешений для присоединений.
- **Скорость реагирования проектировщиков / команды заказчика** – о проблемах во взаимодействии с проектировщиком или командой заказчика ничего неизвестно.

В результате оценки были получены детерминированное значение модификатора трудозатрат, равное 44% и вероятностное значение, составляющее 46,2%. На рисунке 3 приведена полная рабочая таблица с факторами производительности, баллами и обоснованиями.

5.3.4. Благоустройство, установка знаков и устройство разметки

- **Погода/ климатические условия** – площадка проекта расположена в зоне холодного полусухого климата с жарким летом и холодной зимой. В месте проведения проекта возможны отрицательные температуры и снег. График показывает, что строительные работы будут выполняться и в зимние месяцы, что приведет к снижению производительности.
- **Сверхурочные работы** – предполагалось, что в проекте используется 60-часовая рабочая неделя со сверхурочными работами.
- **Масштаб трудозатрат проекта** – проект среднего размера, продолжительность строительства – семь месяцев.
- **Проблемы, связанные с производством** – умеренное количество проблем, ожидаемых вследствие необходимости работать вблизи автомобильных дорог и железной дороги, но при этом ожидается меньшее количество проблем, чем для сооружения мостовых конструкций, полотна и устройства освещения.
- **Логистика ресурсов** – ожидается наличие некоторого количества осложнений, связанных с железной дорогой, но в целом ожидается общая эффективность логистики.
- **Степень сжатости** – на площадке имеется достаточно места для проведения строительных работ и организации складов.
- **Доступность опытного персонала** – в регионе отсутствует дефицит трудовых ресурсов, но на рынке строительных работ существует определенная нехватка ресурсов.
- **Тщательность проверок, инспекций, контроля качества** – вследствие работы вблизи железной дороги и необходимости соответствовать требованиям Федерального агентства транспорта ожидаются тщательные проверки. Строительство моста требует высокой точности и тщательности, а также обеспечения соответствия требованиям федерального законодательства.
- **Условия на площадке** – физические условия на площадке в целом хорошие, количество известных угроз невелико. Потребуется получение определенных разрешений для присоединений.
- **Скорость реагирования проектировщиков / команды заказчика** – о проблемах во взаимодействии с проектировщиком или командой заказчика ничего неизвестно.

Расчет производительности труда			
Название:	Путепровод над железной дорогой	Оценка №:	1
Место:	Округ Бокс Элдер, Юта	Дата:	Лето 2023
Описание:	Сооружение моста-путепровода над железной дорогой (дорожное полотно, конструкции, освещение)	Имя:	Parametrix
Оцените каждый фактор по шкале от 1 до 5 Факторы производительности		Основание	Значение
A	Погода/климатические условия	Умеренный климат, возможны отрицательные температуры	Смешанные
B	Сверхурочные работы (часов в неделю)	Ожидаемая продолжительность рабочей недели – 60 часов	12-20 часов
C	Масштаб трудозатрат проекта (часов)	Проект среднего размера, продолжительность строительства – 7 месяцев	10-100 000 часов
D	Проблемы, связанные с производством	Умеренное противодействие, ожидаемое вследствие с работой вблизи железной дороги	Умеренные
E	Логистика ресурсов	В целом эффективная, ожидается некоторое количество осложнений, связанных с железной дорогой	Эффективная
F	Стесненность	Достаточно места для проведения строительных работ и организации складов	Незначительная стесненность
G	Доступность опытного персонала	В регионе отсутствует дефицит трудовых ресурсов, но на рынке строительных работ определенная нехватка существует	Ограниченная доступность
H	Тщательность проверок, инспекций, контроля качества	Вследствие работы вблизи железной дороги и необходимости соответствовать требованиям Федерального агентства транспорта ожидаются тщательные проверки. Строительство моста требует тщательности	Очень высокая
I	Условия на площадке	Физические условия на площадке в целом хорошие, количество известных угроз невелико. Потребуется получение определенных разрешений для присоединений.	Есть ограничения
J	Скорость реагирования проектировщиков / команды заказчика	О проблемах во взаимодействии с проектировщиком или командой заказчика ничего неизвестно	Высокая
Детерминированный параметр трудозатрат			1,44
Корректирующий показатель (пользовательский)		Уникальные условия труда/ вид строительства/новые технологии	1,00
		Множитель для единичных трудозатрат	1,44
		Класс оценки по РУ ААСЕ	Класс 3
		Вероятностный модификатор трудозатрат	1,462

Рисунок 3 - Листок расчета параметров производительности труда для проекта путепровода (полотно, конструкции, освещение)

В результате оценки были получены детерминированное значение модификатора трудозатрат, равное 8% и вероятностное значение, составляющее 10,3%. На рисунке 4 приведена полная рабочая таблица с факторами производительности, баллами и обоснованиями.

В базовой оценке затрат проекта затраты на труд по всем разделам составляют примерно 32% от прямых затрат на строительство. В проекте использовались два коэффициента для коррекции разделов. После применения вероятностных коэффициентов производительности труда, равного 46,2% для затрат на полотно, конструкции и освещение, и 10,3% для работ по благоустройству, установке знаков и устройству разметки прирост общих затрат проекта составил 8,3%.

6. Заключение

Затраты на труд представляют собой один из самых существенных элементов затрат любого инфраструктурного проекта и как следствие производительность труда становится важнейшим фактором эффективности реализации проекта в целом, непосредственно влияя на распределение ресурсов и формирование бюджета. Базовые значения производительности при оценке затрат обычно формируются на основании внутренних нормативов или сведений из баз данных, при этом данные значения обычно являются усредненными или даже оптимальными, а проекты зачастую имеют уникальные характеристики, приводящие к снижению производительности труда, которое необходимо учитывать. Признание менеджерами и заинтересованными лицами динамической природы проектов и отраслей и глубокое понимание вопросов производительности труда играет ключевую роль при принятии информированных решений, оптимизации использования ресурсов и обеспечения успешного достижения целей проектов в рамках заданных бюджетных ограничений. В работе представлен практический инструмент, использованный в нескольких реальных проектах для оценки и анализа производительности труда и ее влияния на затраты. В инструменте применен системный подход, основанный на использовании нескольких ключевых показателей и факторов производительности для оценки корректирующего коэффициента производительности труда в конкретном проекте. Интеграция лучших отраслевых практик, поддерживаемых ААСЕ, обеспечивает надежность и точность процесса оценки, превращая созданный инструмент в средство повышения надежности оценок затрат.

Расчет производительности труда			
Название:	Путепровод над железной дорогой	Оценка №:	1
Место:	Округ Бокс Элдер, Юта	Дата:	Лето 2023
Описание:	Сооружение моста-путепровода над железной дорогой (благоустройство/знаки/разметка).	Имя:	Parametrix
Оцените каждый фактор по шкале от 1 до 5 Факторы производительности		Основание	Значение
A	Погода/климатические условия	Умеренный климат, возможны отрицательные температуры	Смешанные
B	Сверхурочные работы (часов в неделю)	Ожидаемая продолжительность рабочей недели – 60 часов	12-20 часов
C	Масштаб трудозатрат проекта (часов)	Проект среднего размера, продолжительность строительства – 7 месяцев	10-100 000 часов
D	Проблемы, связанные с производством	Умеренное противодействие, ожидаемое вследствие с работой вблизи железной дороги, но меньше, чем для сооружения конструкций, полотна и устройства освещения	Умеренные
E	Логистика ресурсов	В целом эффективная, ожидается некоторое количество осложнений, связанных с железной дорогой	Эффективная
F	Стесненность	Достаточно места для проведения строительных работ и организации складов	Незначительная стесненность
G	Доступность опытного персонала	В регионе отсутствует дефицит трудовых ресурсов, но на рынке строительных работ определенная нехватка существует	Ограниченная доступность
H	Тщательность проверок, инспекций, контроля качества	Вследствие работы вблизи железной дороги и необходимости соответствовать требованиям Федерального агентства транспорта ожидаются тщательные проверки. Строительство моста требует тщательности	Очень высокая
I	Условия на площадке	Физические условия на площадке в целом хорошие, количество известных угроз невелико. Потребуется получение определенных разрешений для присоединений.	Есть ограничения
J	Скорость реагирования проектировщиков / команды заказчика	О проблемах во взаимодействии с проектировщиком или командой заказчика ничего неизвестно	Высокая
Детерминированный параметр трудозатрат>Корректирующий показатель (пользовательский)>			1,08
		Уникальные условия труда/ вид строительства/новые технологии	1,00
		Множитель для единичных трудозатрат>	1,08
		Класс оценки по РУ ААСЕ>	Класс 3
		Вероятностный модификатор трудозатрат>	1,103

Рисунок 4 - Листок расчета параметров производительности труда для проекта путепровода (благоустройство, знаки, разметка)

Источники

1. AACE International, *Recommended Practice No. 73R-13, Establishing Labor Productivity Norms*, Morgantown, WV: AACE International, Latest Revision.
2. AACE International, *Recommended Practice No. 25R-03, Estimating Lost Labor Productivity in Construction Claims*, Morgantown, WV: AACE International, Latest revision.
3. N. Mani, K.P. Kisi, E.M. Rojas and E.T. Foster, "Estimating Construction Labor Productivity Frontier: Pilot Study," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 143, no. 10, pp. 1-12, 2017.
4. RS Means, "rsmeans.com," RS Means, January 2024. [Online]. Available: <https://www.rsmeans.com/what-is-construction-estimating>. [Accessed December 2023].
5. H.L. Stephenson, Ed., *Total Cost Management Framework: An Integrated Approach to Portfolio, Program and Project Management*, 2nd ed., Morgantown, WV: AACE International, Latest revision.
6. C. Hendrickson, "Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects, and Builders," Prentice Hall, 2008, p. 496.

Информация об авторах

Бен Кроули работает в компании Parametrix. Адрес электронной почты: brcrawley@parametrix.com



*Люк Макмуллан, СЕР, работает в компании Parametrix. Адрес электронной почты: **lmcmullan@parametrix.com***



*Катерина Черрути работает в компании Parametrix. Адрес электронной почты: **ccerruti@parametrix.com***

