

Организационно-технологические особенности пусконаладочных работ на объектах атомной энергетики

Андрей Николаевич САВЕНКОВ, аспирант НИУ МГСУ, e-mail: a.savenkov@gge.ru

Сергей Борисович СБОРЩИКОВ, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии, организации и управления в строительстве, e-mail: sbs@mgsu.ru

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337 Москва, Ярославское ш., 26

Аннотация. Статья посвящена организационно-технологическим особенностям проведения пусконаладочных работ при строительстве объектов использования атомной энергии. Рассматриваются вопросы результативности системы менеджмента качества организаций, выполняющих пусконаладочные работы на объектах атомной энергетики, а также проблемы эффективности взаимодействия участников пусконаладочных работ с организациями, принимающими участие в сооружении данных объектов. Отмечено, что качественное управление ресурсами в части персонала, инфраструктуры, условий работы, материальных и финансовых ресурсов позволит обеспечить экономическую эффективность при проведении работ и соблюдении их сроков. Анализируются методы и принципы нормирования строительных процессов и пусконаладочных работ. Показано, что наиболее эффективными являются аналитические методы формирования норм труда. Подчеркивается влияние технического нормирования на достоверность определения сметной стоимости строительства. Практическая значимость исследования заключается в создании необходимой нормативной основы планирования пусконаладочных работ на объектах атомной энергетики, учитывающей не только конструктивные и планировочные, но и организационно-технологические особенности их возведения. Нормирование пусконаладочных работ даст возможность сократить сроки и стоимость не только выполнения данного вида работ, но и возведения самих объектов.

Ключевые слова: организационно-технологические особенности пусконаладочных работ, объекты использования атомной энергии, научная организация труда, проектирование норм, качественное управление ресурсами, производительность труда.

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF COMMISSIONING WORKS AT NUCLEAR POWER FACILITIES

Andrey N. SAVENKOV, e-mail: a.savenkov@gge.ru

Sergey B. SBORSHIKOV, e-mail: sbs@mgsu.ru

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavlshosse, 26, Moscow 129337, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the organizational and technological features of commissioning during the construction of nuclear power facilities. The issues of the effectiveness of the quality management system of the organization performing commissioning at nuclear facilities and the effectiveness of interaction between the participants in the commissioning and the organizations participating in the construction of these facilities are considered. It is noted that high-quality management of resources in terms of personnel, infrastructure, working conditions, information and knowledge, as well as material and financial resources will ensure efficiency, including economic efficiency, when carrying out work and meeting the deadlines for carrying out work. Methods and principles of standardization of construction processes and the specifics of standardization of commissioning works are analyzed. It is shown that the most effective are analytical methods for the formation of labor standards. The influence of technical regulation on the reliability of determining the estimated cost of construction is emphasized. The practical significance of the study is to create the necessary regulatory framework for planning commissioning works at nuclear power facilities, taking into account not only the design and planning, but also the organizational and technological features of their construction. Rationing of commissioning works will make it possible to reduce the time and cost of not only this type of work, but also the construction of the facilities themselves.

Key words: organizational and technological features of commissioning, facilities for the use of atomic energy, scientific organization of labor, design standards, quality management of resources, labor productivity.

Введение

Ввод в эксплуатацию энергоблока атомной электростанции (АЭС) — заключительная стадия

его создания, которой предшествуют разработка, проектирование, строительство и монтаж оборудования. Завершается дан-

ный этап получением в установленном законодательством порядке разрешения на ввод объекта в эксплуатацию.

В период ввода блока атомной станции (АС) в эксплуатацию выполняются:

- проверка качества проектирования, изготовления, строительства и монтажа, а также соответствие систем и оборудования требованиям проекта;
- сравнительный анализ проектных и достигнутых показателей оборудования и систем блока;
- выявление и устранение несоответствий, подтверждение безопасности блока;
- регулировка параметров и уточнение методов эксплуатации;
- сбор данных для обеспечения основной информацией, необходимой для дальнейшей эксплуатации блока;
- проверка готовности эксплуатационной документации;
- контроль готовности эксплуатационного персонала к этапам ввода блока в эксплуатацию;
- обучение и приобретение навыков эксплуатации систем и оборудования блока эксплуатационным персоналом;
- проверка внесения в проект блока изменений, выполненных на ранее введенных энергоблоках данного типа по результатам пусконаладочных работ (ПНР) и эксплуатации систем и оборудования [1].

Основная часть процесса ввода в эксплуатацию — пусконаладочные работы. Их организационной основой являются следующие процессы:

- нормирование и планирование;
- оперативно-производственный контроллинг [2].

В этой связи цель работы — раскрытие и учет организационно-технологических особенностей пусконаладочных работ на объектах атомной энергетики, а также научное обоснование системы планирования указанных работ в условиях инжиниринговой схемы управления строительством.

Организационно-технологические особенности пусконаладочных работ

Пусконаладочные работы включают в себя проверку, настройку, испытание оборудования, обеспечивают достижение проектных параметров и режимов, ввод в эксплуатацию систем, оборудования и объектов пускового комплекса. Кроме того, с их помощью проводится комплексное опробование блока АС.

В ходе ПНР оборудование и системы начинают функционировать, выполняются испытания важных для безопасности систем с загруженными в реактор имитаторами топливных сборок. Затем загружается ядерное топливо и проводятся нейтронно-физические испытания реактора, включение генератора в сеть, освоение 100 % мощности энергоблока. Последний этап — получение разрешения на ввод энергоблоков АЭС в эксплуатацию.

Пусконаладочные работы на АЭС могут осуществляться «вхолостую» и «под нагрузкой». ПНР «вхолостую» выполняют с момента их начала на первой системе или оборудовании объекта пускового комплекса блока АС до первого успешного включения генератора в сеть (начала выработки собственной электроэнергии). В свою очередь, ПНР «под нагрузкой» производят после первого успешного включения генератора блока в сеть до окончания комплексного опробования.

Пусконаладочные работы на энергоблоках АЭС до получения разрешения на ввод в эксплуатацию длятся более трех лет. Количество объектов пускового комплекса составляет порядка 130, а в их составе несколько тысяч систем и оборудования. Учитывая такое количество настраиваемых систем, в процесс ПНР вовлечено, как правило, не менее трех десятков специализированных органи-

заций, а общее количество специалистов на объектах, участвующих в проведении ПНР, достигает более 500 человек.

Испытания систем и оборудования, тесно связанных с безопасностью, многократно повторяются при различных условиях на блоке в ходе этапа «Предпусковые наладочные работы» процесса ввода в эксплуатацию до загрузки имитаторов топливных кассет в реактор, с имитаторами топливных кассет, с ядерным топливом при физическом пуске реактора, ступенчатом освоении мощности энергоблока от 1 до 100 % от номинальной [3].

В состав ПНР входит большое количество трудно формализуемых испытаний, по которым невозможно разработать нормы затрат труда расчетно-аналитическим методом. Это нейтронно-физические, теплогидравлические, теплофизические, динамические испытания, а также другие, проводимые на различных ступенях мощности реакторной установки в процессе опытно-промышленной эксплуатации.

Имеют место большие затраты труда при изучении специалистами проектно-конструкторской и заводской документации и последующей разработке программ ПНР и испытаний, которые составляют от 20 до 40 % общих трудозатрат на выполнение работ в зависимости от объема и сложности испытаний, а также методик обработки полученных результатов.

Оформляется большой объем отчетной документации при приемке из монтажа в ПНР, в ходе и после их окончания, разрабатываемой по каждой без исключения системе или оборудованию энергоблока АЭС. Документацию подготавливают в соответствии с требованиями нормативов по атомной энергетике (протоколы, акты, итоговые отчеты и т. д., предъявляемые органам госу-

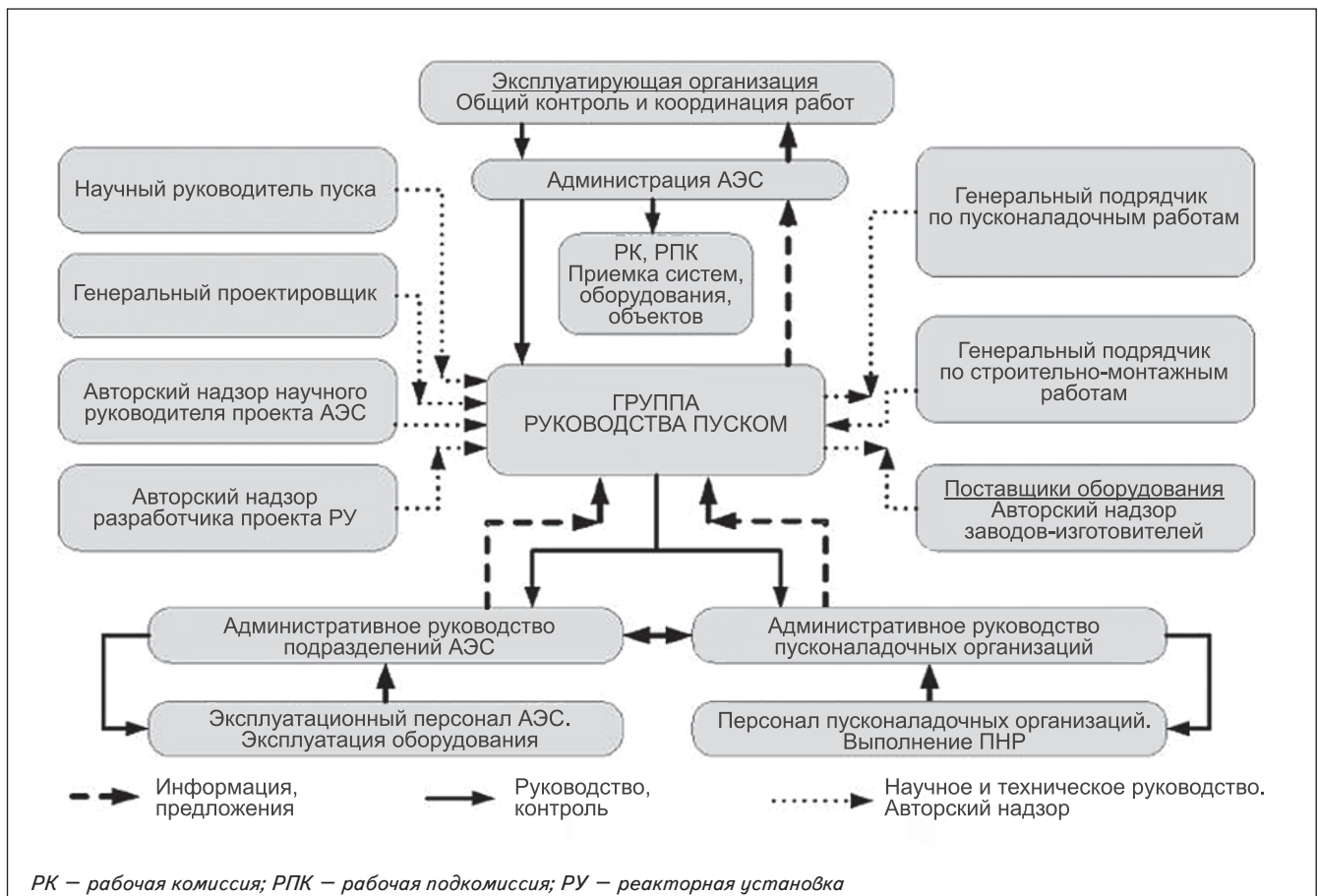


Рис. 1. Принципиальная схема внешних взаимодействий организаций, участвующих во вводе энергоблока АЭС в эксплуатацию

дарственного надзора за строительством и эксплуатацией АЭС).

Основная особенность ПНР на объекте использования атомной энергии (ОИАЭ) в том, что на блоке АС в период ввода в эксплуатацию проводятся один или несколько плановых ремонтов. При этом определить количество и продолжительность плановых ремонтов возможно только по итогам оценки фактического состояния оборудования энергоблока при разработке этапных графиков работ.

Перед этапами ввода в эксплуатацию осуществляются предварительные работы, которые начинаются после утверждения проекта АЭС и завершаются с началом этапа предпусковых наладочных работ. В подготовительный период выполняются ра-

боты, направленные на организационное, материальное и техническое обеспечение [4, 5].

Ресурсообеспечение пусконаладочных работ и система менеджмента качества

От результативности системы менеджмента качества (СМК) организации, выполняющей ПНР на ОИАЭ, зависит насколько эффективно будут проведены пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию. Таким образом, руководству данных организаций необходимо как минимум раз в год проводить анализ результатов по обеспечению качества выполнения ПНР и давать оценку СМК организации в части ее достаточности и результативности [6].

В процессе анализа собирается информация и определяются

показатели, позволяющие оценить выполнение работ, в том числе их уровень надежности и безопасности. Рассматриваются итоги всех видов аудитов, проводится оценка результатов, определяется были ли достигнуты организацией поставленные цели в ходе осуществления процессов. Особое внимание уделяется результатам деятельности, направленной на поиск новых и более эффективных приемов выполнения работ.

По итогам анализа определяются факторы, влияющие на обеспечение качества выполнения работ, надежности и безопасности; устанавливаются возможности (при необходимости) подготовки предложений по внесению изменений в законодательные и нормативные документы.

Результаты анализа позволяют руководству оценить соответствие структуры и ресурсов организации, а также при необходимости утвердить планы по предотвращению потерь и смягчению рисков.

Эффективное взаимодействие участников пусконаладочных работ с организациями, принимающими участие в сооружении ОИАЭ, обеспечивается руководством застройщика [7]. При этом генеральным подрядчиком разрабатывается структура организации и выполнения ПНР на ОИАЭ. Пример такой организационной структуры приведен на *рис. 1*.

Для обеспечения эффективного взаимодействия подготавливаются основные регламентирующие документы, позволяющие распределить работы и ответственность за качество предоставляемых услуг между организациями, выполняющими работы.

В целях распределения работ, влияющих на безопасность ОИАЭ и на взаимодействие между производственными подразделениями застройщика и организациями, выполняющими ПНР, утверждаются соответствующие организационно-технические документы. Необходимые требования закрепляются в положениях о производственных подразделениях, должностных инструкциях работников (персонала). Данными документами определяются руководящие и исполнительные функции, а также устанавливается ответственность между исполнителями разного уровня и организационными структурами, с указанием должностных лиц и подразделений.

Формируются структурные подразделения, осуществляющие управление ПНР и обеспечивающие взаимодействие, координацию и контроль деятельности подрядных организаций. Выделяются подразделения для обеспечения безопасности работ тех сотрудни-

ков, кто выполняет проверку и подтверждает готовность законченных строительством зданий и сооружений, монтажа систем и элементов ОИАЭ. Назначаются ответственные за подготовку инфраструктуры для выполнения ПНР, документации и персонала, за реализацию технологических процессов, проведение испытаний на этапе «Опытно-промышленная эксплуатация». Кроме того, осуществляется контроль работ и предоставляемых услуг, устранения выявленных несоответствий, контроль корректирующих и предупреждающих мер, работы приемочной комиссии, групп руководства пусками и др.

Качественное управление ресурсами в части персонала, инфраструктуры, условий работы, информации и знаний, а также материальных и финансовых ресурсов позволит обеспечить экономическую эффективность при проведении работ и соблюдение их сроков, предусмотренных соответствующей документацией. Разрабатываются документы, позволяющие определить необходимые ресурсы, установить их количество, обеспечить их наличие в дальнейшем с требуемым качеством, в том числе в целях обеспечения безопасности.

При подготовке указанных документов подбираются способы управления ресурсами, а руководством должны приниматься меры для управления информацией и знаниями. Проводимые мероприятия должны быть направлены на определение потребности в информации, обеспечение доступа сотрудникам к ее внутренним и внешним источникам. В дальнейшем она должна быть структурирована и преобразована в электронную базу данных. При этом информация должна иметь соответствующую защиту, обеспечивающую ее конфиденциальность.

Как правило, исходные данные, информация и знания опре-

деляют стратегию и цели организации. Для улучшения качества управления информацией и знаниями необходимо систематически проводить оценку преимуществ, полученных при их использовании.

Компетентность персонала, выполняющего работы, значительно влияет на безопасность и качество продукции (услуг), поэтому руководство организации должно периодически проводить оценку компетентности сотрудников. Для этого разрабатываются документы по разделению функционала управленческого персонала застройщика и подрядных организаций, а также определяющие сферу и границы ответственности всего персонала в зависимости от занимаемой должности, квалификации, имеющегося опыта работы и др. Документы должны содержать квалификационные требования к персоналу с учетом медицинских и психофизиологических показателей, к объему знаний, навыкам, обязанностям и ответственности персонала. Разрабатывается и утверждается план подготовки и подбора персонала.

Организационно-распорядительными документами устанавливаются требования:

- о порядке ввода в действие новых нормативно-технических документов и изменении действующих документов, обеспечении изучения новых требований и проверке их знаний у работников в соответствии с должностными обязанностями;
- о допуске к самостоятельной работе персонала;
- о порядке постоянного и систематического контроля профессиональных знаний и навыков персонала в процессе его трудовой деятельности;
- о ведении учетной документации по управлению персоналом (графики проведения занятий, журналы их посещаемости и др.);

- о работе с персоналом в части планирования его обучения, организации подготовки, переподготовки, повышения квалификации и аттестации работников, выдачи соответствующих удостоверений и др. [8].

Проведенный анализ показал, что определение трудоемкости ПНР – сложная и ответственная задача, характеризующаяся спецификой и особенностями содержания труда специалистов-наладчиков. Прежде всего, это интеллектуальные затраты, обусловленные элементами инженерного творчества, наукоемким технологическим оборудованием, сложными инженерными сетями и системами, необходимостью постоянно поддерживать высокую квалификацию. Более того, на работу таких специалистов большое влияние оказывает вероятностный фактор, поскольку основным трудоемким элементом при выполнении работ является установление причин, вызывающих отклонения параметров технологических процессов от проектных значений, отказов в работе отдельных машин, агрегатов, автоматизированных и поточных линий. Поиск указанных причин ведется практически в условиях неопределенности. Затраты труда здесь в основном зависят от глубины и уровня технических знаний, накопленного опыта, аналитических способностей и интуиции исполнителя, т. е. факторов, не поддающихся наблюдению и строгому количественному учету.

Все это делает порой просто невозможным использование при определении норм затрат труда на пусконаладочные работы методов технического нормирования, основанных на хронометраже и самофотографировании трудового процесса. Данные методы основаны на жесткой фиксации моментов труда, что возможно лишь в том случае, ко-

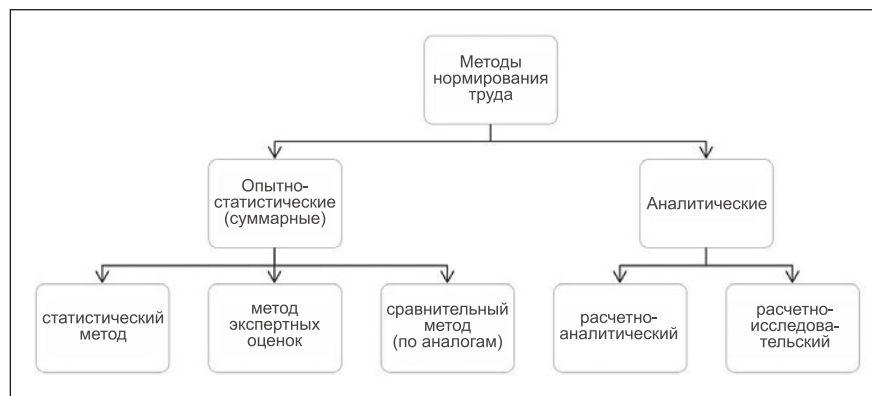


Рис. 2. Методы нормирования труда

гда сам процесс технологически предопределен, многократно повторяем и допускает пооперационную разбивку. Это характерно для простых видов работ, однако ни одно из этих условий для ПНР не выполняется [9, 10].

Методы нормирования труда и специфика ПНР

При научном обосновании норм труда применяется несколько методических приемов, позволяющих выделить технические, технологические и организационные стороны производства при проектировании норм, а также определить оптимальные организационно-технологические схемы с учетом накопленного опыта исполнителей работ, показывающих наибольшую эффективность труда и качество [9].

С учетом данных исследований представляется целесообразным рассмотреть применение опытно-статистических и расчетно-аналитических методов при проектировании норм труда. При этом, учитывая специфику пусконаладочных работ, в перспективе возможно потребуется актуализация действующих рекомендаций [11] для обеспечения возможности разработки проектов сметных норм в целях последующего их включения в федеральный реестр сметных нормативов.

В этой связи проведены рас-

четно-теоретические исследования по установлению возможности использования при разработке норм труда на ПНР наиболее известных методов нормирования или их адаптации с учетом специфики данных работ при строительстве ОИАЭ.

Исследования предполагают формирование единого методического подхода в определении норм затрат труда на ПНР [12].

Проанализируем на примере известных расчетно-аналитических и опытно-статистических методов (рис. 2) исходные данные, которые формируются при проектировании сметных норм, а также покажем возможность их применения при разработке сметных норм на ПНР при строительстве ОИАЭ.

Расчетно-аналитический метод предполагает использование действующей нормативной базы по труду, норм-аналогов, технических характеристик, указанных в паспортах машин и механизмов, а также нормативно-технической литературы [9]. Согласно федеральному закону от 01.12.2007 г. № 317-ФЗ «О Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», уполномоченным органом управления использованием атомной энергии на проведение государственной политики и осуществление нормативно-правового регулирования является Росатом.

Однако отраслевые нормы труда на типовые рабочие операции и однородные работы на основании ст. 161 Трудового кодекса Российской Федерации, согласованные с Министерством труда и социального развития Российской Федерации, в настоящее время ими разработаны не были. Общеотраслевая нормативная база по труду (ЕНиР, ВНиР) не содержит в своем составе необходимых норм труда. Таким образом, отсутствует возможность проектирования сметных норм на ПНР расчетно-аналитическим методом в связи с отсутствием исходных данных.

Суммарный метод нормирования предполагает проектирование норм труда в целом без разделения, изучения и анализа отдельных рабочих операций, установления факторов производства и условий труда, а также оптимальности организационно-технологической схемы процесса.

Существует несколько видов данного метода — экспертных оценок, статистический и сравнительного анализа (по аналогам).

Характерная особенность *метода экспертных оценок* в том, что нормы труда определяются на основе личного опыта, интуиции привлекаемых экспертов и глубоких знаний содержания работ, позволяющих оценить их трудоемкость. В его основе лежит интуитивно-логический анализ, по итогам которого эксперты дают количественную оценку времени, требующегося на выполнение процесса.

После обработки результатов (мнений экспертов), по определенному алгоритму находится максимально близкая к истине величина. Эффективность решения достигается путем математической обработки количественных оценок, полученных при использовании интуиции и логического мышления. На начальном этапе (подготовка исходных дан-

ных) формируется предварительная номенклатура видов работ с привязкой к конкретным инженерным системам и оборудованию. Далее устанавливаются этапы и элементы работ, для которых в последующем определяется нормаль процесса.

Нормирование методом экспертных оценок предполагает следующие этапы работ:

- выбор экспертов, создание экспертной группы;
- подготовка анкет (опросных листов);
- проведение опроса экспертов и анализ результатов;
- математическая обработка результатов и получение итоговых показателей.

Группе экспертов предлагается оценить затраты труда в соответствии с нормалью процесса этапа или элемента работ с учетом квалификации специалистов, выполняющих эти работы. После обработки полученных результатов, по определенному алгоритму выводится групповая оценка трудозатрат по этапам работ и в целом по виду работ, что и является решением поставленной проблемы.

Основная задача при формировании экспертной группы — определение оптимального количественного и качественного состава для обеспечения приемлемой достоверности.

Как правило, достоверность экспертной оценки зависит от количества экспертов в группе, уровня квалификации привлекаемых специалистов и глубины их знаний по поставленной проблеме. Высокий уровень компетентности экспертов усилит указанную зависимость и повысит достоверность результатов экспертной оценки.

При подборе экспертов необходимо учитывать, что каждый вид работ имеет свою специализацию и должен быть предопределен профиль привлекаемых специалистов. Кроме того, по от-

дельным видам работ возможна группировка по типу оборудования или инженерных систем, поэтому потребуются формирование нескольких узкоспециализированных экспертных групп.

Область знаний, в которой должны быть компетентны привлекаемые к оценке специалисты, в значительной степени ограничена. Данный подход упрощает разработчикам процесс подбора экспертов. Как показывает практика, максимально эффективной является группа экспертов из 5–7 высококвалифицированных специалистов. При подборе экспертов необходимо проанализировать такие характеристики, как компетентность, способность к анализу, широта и конструктивность мышления, отношение к работе (в части проводимой оценки), самокритичность. В связи с отсутствием количественного измерения этих характеристик учитывается мнение знакомых с кандидатом сотрудников. Если эксперт уже привлекался к подобным работам, то достоверность результатов экспертной оценки может быть определена по формуле:

$$D = N_n / N,$$

где N_n — количество экспертиз, при которых определены приемлемые результаты; N — общее количество экспертиз.

Наиболее эффективным способом проведения оценки является анкетирование, так как позволяет обеспечить экспертов исходными данными и необходимой информацией, а также дает возможность указать результаты их интеллектуальной работы. Анкетирование может проходить в несколько этапов по методу «Дельфи», который предполагает многократное повторение опроса. Ранее полученные результаты — основа для постановки вопросов на следующем этапе.

На каждом этапе эксперту предлагается пересмотреть и

уточнить свое мнение, если он сочтет необходимым. Как показывает практика, обработка результатов проходит в три или четыре этапа. Ответы, полученные после первого этапа, обрабатываются с целью выделения среднего и крайних значений. Экспертам сообщаются эти мнения, и они могут уточнить свои оценки на основании конкретных аргументов. Как правило, после третьего или четвертого этапов ответы экспертов перестают изменяться и можно завершать экспертизу (оценки). При таком подходе к проведению анкетирования в случае недостаточных компетенций отдельных экспертов это не повлияет на точность групповой оценки, что может произойти при анкетировании в один этап. Анкетирование может проходить в очной и заочной форме, при этом заочная форма более предпочтительна, так как позволяет сохранить независимость оценок экспертов.

В зависимости от специфики оцениваемых работ затраты труда могут быть определены двумя разными подходами. В первом случае проводится оценка трудоемкости по этапам работ и категориям исполнителей. Например, когда работы (оборудование, системы, линия) имеют широкое распространение и информация по ним представлена в развернутом виде, достаточном для принятия решения экспертом. При этом представляется информация о содержании каждого этапа, в том числе входящих в него элементов работ или операций, в целях недопущения неоднозначных и двояких толкований одних и тех же работ различными экспертами.

Во втором случае на первом этапе предполагается оценка общих трудозатрат, а в дальнейшем проводится их распределение по этапам и выделяются доли участия отдельных категорий исполнителей в выполнении каждого

элемента работ в относительных величинах (проценты, доли единиц). Принципиальные отличия указанных подходов заключаются в том, что в одном случае экспертная оценка проводится от частного к общему, а в другом — от общего к частному [13].

Статистический метод предполагает определение трудоемкости по итоговым статистическим данным фактической производительности труда исполнителей при выполнении тех или иных работ. Здесь проектирование нормы труда заключается в определении среднеарифметической величины по данным фактической выработки.

Метод сравнительного анализа (по аналогам) предусматривает проектирование норм труда по результатам сравнительного анализа с аналогичной по технологии выполнения работой, для которой норма труда уже установлена.

Как показали исследования, опытно-статистические методы устанавливают нормы труда на всю работу или процесс без их поэлементного анализа производственных операций, условий и организации труда. Указанные методы не позволяют оценить и учесть рост технической вооруженности труда, передовых технологий, выработать оптимальные организационно-технологические схемы производства работ, т. е. отражают достигнутый средний уровень производительности. Данный подход может привести к уравниловке в оплате труда высококвалифицированных и малоквалифицированных специалистов, привести к некорректным нормам труда и недостоверному определению необходимых финансовых ресурсов.

Данные о трудоемкости, полученные таким путем, не позволяют определить производственные резервы изучаемых операций, так как не учитывают оптимизации

организации производства. Величина устанавливаемой нормы труда или затраты времени на технологический процесс могут быть определены на основании субъективной оценки привлекаемого эксперта по техническому нормированию, и эти недостатки делают опытно-статистические методы неэффективными.

Важно отметить, что за рубежом также отсутствуют нормативно-технические документы или рекомендации по формированию норм на пусконаладочные работы, а нормативы определяются в процентном отношении экспертным путем.

Стоимость на стадии исполнения договоров на ПНР для энергоблоков проекта В-320 с реакторами ВВЭР-1000 (блоки 1, 2, 3 Ростовской АЭС; блоки 3, 4 Калининской АЭС; блок 4 Белоярской АЭС) определялась с использованием Прейскурантов № 81-27-02 «Оптовые цены на экспериментально-наладочные работы и работы по совершенствованию эксплуатации атомных станций», № 81-27-04 «Оптовые цены на пусконаладочные работы по технологическому оборудованию атомных станций с реакторами ВВЭР-1000», разработанных в конце 1980-х гг. на основе метода экспертных оценок. Современные нормативы, которые содержали бы показатели затрат труда на данные работы, отсутствуют в настоящее время в федеральном реестре сметных норм. В связи с развертыванием строительства в России новых АЭС повышенной безопасности по проектам АЭС-2006 и ВВЭР-ТОИ мощностью 1200 МВт, возникает необходимость определения нормативов на ПНР для данных объектов.

Вывод

Проведенные исследования показали некоторое несовершенство действующих методических рекомендаций [11]. В этой

связи представляется целесообразным провести дополнительные исследования по вопросу новых подходов к аналитическим методам нормирования пусконаладочных работ и актуализировать рекомендации [11], допол-

нив их в части расчетно-аналитического метода. Таким образом, возможно сформировать адекватную и результативную систему организации пусконаладочных работ на объектах атомной энергетики, включающую в себя

такие элементы, как нормирование, планирование и оперативно-производственный контроллинг. Важным элементом указанной системы должно стать нормирование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сааков Э. С., Рясный С. И. Ввод в эксплуатацию энергоблоков АЭС. М. : Энергоатомиздат, 2007. 495 с.
2. Сборщиков С. Б. Интенсификация строительства объектов атомной энергетики. Организационно-технологические решения // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 6. С. 321–323.
3. Сааков Э. С., Цыбенко В. М., Рясный С. И. Методика прогнозирования продолжительности сооружения и ввода в эксплуатацию энергоблоков АЭС с учетом рисков // Электрические станции. 2008. № 2. С. 4–8.
4. Сборщиков С. Б., Лазарева Н. В., Маслова Л. А. Ресурсообеспечение реинжиниринга объектов капитального строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 12. С. 66–71. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.12.66-71.
5. Сааков Э. С., Дерий В. П., Шестаков Н. Б. [и др.]. Опыт организации, управления, координации и планирования пусконаладочных работ на всех этапах ввода в эксплуатацию блока № 3 Калининской АЭС // Материалы 5-й Междунар. науч.-техн. конф. «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР» (Подольск, 29 мая–1 июня 2007 г.). Подольск : Гидропресс, 2007.
6. Рясный С. И., Сааков Э. С., Фомин М. Н. Ввод блока АЭС в эксплуатацию: оптимизация продолжительности и затрат // Электрические станции. 2008. № 7. С. 4–9.
7. Журавлев П. А., Сборщиков С. Б. Организационные особенности формирования технических решений инженерной защиты территории на этапах жизненного цикла и их реинжиниринг (часть 1) // Биосферная совместимость: человек, регион, технология. 2020. № 4. С. 63–72. DOI: 10.21869/2311-1518-2020-32-4-63-72.
8. СТО НОСТРОЙ 2.24.91-2013. Пусконаладочные работы на системах и оборудовании при сооружении и вводе в эксплуатацию объектов использования атомной энергии. Основные требования и система контроля качества. М., 2015. 45 с.
9. Савенков А. Н. Методические подходы к развитию технического нормирования в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 7. С. 51–57. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.07.51-57.
10. Mamaeva O. A., Burakov S. M., Savenkov A. N. Establishing relevant regulatory framework for construction cost calculation in BIM-systems [Формирование актуальной нормативной основы определения стоимости строительства в BIM-системах] // CAEST 2019 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 775. 2020. Pp. 012043. DOI:10.1088/1757 899X/775/1/012043.
11. Методические рекомендации по разработке сметных норм на монтаж оборудования и пусконаладочные работы. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/13588/> (дата обращения: 17.08.2021).
12. Ильина М. В., Савенков А. Н. Особенности разработки сметных нормативов на капитальный ремонт отраслевого оборудования // Материалы 78-й Всерос. науч.-техн. конф. «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре» (Самара, 22 апреля 2021). Самара : СамГТУ, 2021. С. 1067–1077.
13. Методика определения норм затрат труда на пусконаладочные работы на основе метода экспертных оценок. М. : ВНИИПИ труда в строительстве Госстроя СССР, 1989.
4. Sborshchikov S. B., Lazareva N. V., Maslova L. A. Resource support of re-engineering of objects of capital construction. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 12, pp. 66–71. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2019.12.66-71.
5. Saakov E. S., Deriy V. P., Shestakov N. B. et al. Experience in organizing, managing, coordinating and planning commissioning works at all stages of commissioning of Kalinin NPP Unit No. 3. *Materialy 5-y Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. «Obespechenie bezopasnosti AES s VVER»* [Materials of the 5th International Scientific and Technical Conf. "Ensuring the safety of nuclear power plants with VVER" (Podolsk, May 29–June 1, 2007)]. Podol'sk , Gidropress Publ., 2007. (In Russian).

REFERENCES

6. Ryasny S. I., Saakov E. S., Fomin M. N. Commissioning of the NPP unit: optimization of duration and costs. *Elektricheskie stancii*, 2008, no. 7, pp. 4–9. (In Russian).
7. Zhuravlev P. A., Sborshchikov S. B. Organizational features of the formation of technical solutions for the engineering protection of the territory at the stages of the life cycle and their reengineering (part 1). *Biosfernaya sovmestimosť: chelovek, region, tekhnologii*, 2020, no. 4, pp. 63–72. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2020-32-4-63-72.
8. STO NOSTROJ 2.24.91-2013. *Puskonaladochnye raboty na sistemah i oborudovanii pri sooruzhenii i vvode v ekspluatatsiyu ob"ektov ispol'zovaniya atomnoj energii. Osnovnye trebovaniya i sistema kontrolya kachestva* [Commissioning of systems and equipment during the construction and commissioning of nuclear energy facilities. Basic requirements and quality control system]. Moscow, 2015. 45 p. (In Russian).
9. Savenkov A. N. Methodological approaches to the development of technical regulation in construction. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2021, no. 7, pp. 51–57. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2021.07.51-57.
10. Mamaeva O. A., Burakov S. M., Savenkov A. N. Establishing relevant regulatory framework for construction cost calculation in BIM-systems. *CAEST 2019 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 775, 2020, pp. 012043. DOI:10.1088/1757 899X/775/1/012043.
11. *Metodicheskie rekomendacii po razrabotke smetnyh norm na montazh oborudovaniya i puskonaladochnye raboty* [Methodological recommendations for the development of estimated standards for the installation of equipment and commissioning]. Available at: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/13588/> (accessed 17.08.2021). (In Russian).
12. Il'ina M. V., Savenkov A. N. Features of the development of estimated standards for the overhaul of industrial equipment. *Materialy 78-j Vseros. nauch.-tekhn. konf. "Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture"* [Materials of the 78th All-Russian Scientific and Technical Conf. "Traditions and Innovations in Construction and Architecture" (Samara, April 22, 2021)]. Samara, SamGTU Publ., 2021, pp. 1067–1077. (In Russian).
13. *Metodika opredeleniya norm zatrat truda na puskonaladochnye raboty na osnove metoda ekspertnyh ocenok* [Methodology for determining the norms of labor costs for commissioning based on the method of expert assessments]. Moscow, VNIPI truda v stroitel'stve Gosstroya SSSR Publ., 1989.

Для цитирования: Савенков А. Н., Сборщиков С. Б. Организационно-технологические особенности пусконаладочных работ на объектах атомной энергетики // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 1. С. 56–64. DOI: 10.33622/0869-7019.2022.01.56-64.

For citation: Savenkov A. N., Sborshchikov S. B. Organizational and Technological Features of Commissioning Works at Nuclear Power Facilities. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2022, no. 1, pp. 56–64. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2022.01.56-64. ■