



Л. Д. Гительман



М. В. Кожевников

DOI: 10.71527/EP.EN.2025.09.001

УДК 338.24.021.8:331.522

EDN: ABPNHF

## Результаты и перспективы реформ в электроэнергетике. Часть 4. Проблема кадров требует незамедлительного решения

**ГИТЕЛЬМАН Л. Д., доктор эконом. наук**  
**КОЖЕВНИКОВ М. В., доктор эконом. наук; m.v.kozhevnikov@urfu.ru**  
Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Предложены направления комплексного решения кадровой проблемы в условиях стремительно нарастающего дефицита квалифицированных специалистов, рассматриваемой авторами как критическую угрозу инновационным преобразованиям в электроэнергетике. На основе анализа исторического опыта и текущей ситуации с кадровым обеспечением отрасли сделан вывод о необходимости и методах радикального увеличения производительности труда и оптимизации структуры персонала энергетических предприятий. Обсуждаются целесообразность перехода на бесцеховую производственную структуру и сокращение ремонтного персонала на электростанциях за счёт активного использования потенциала предприятий энергомашиностроения в организации сервисного обслуживания, повышение роли кадров энергетических предприятий со средним профессиональным образованием.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** кадры электроэнергетики, профессиональное образование, инженерно-экономическая подготовка, бесцеховая структура электростанций, производительность труда в электроэнергетике, энергомашиностроение и энергоремонт.

### Введение

**В** условиях необходимости комплексной модернизации отрасли количественный и качественный дефицит кадров создаёт критическую ситуацию не только для электроэнергетики, но и в целом для экономики страны, учитывая рост спроса на электроэнергию и её уникальную роль как энергоносителя всеобщего применения. Можно уверенно прогнозировать, что уже в ближайшее время проблема обострится на фоне демографической ситуации, перетоков квалифицированных кадров в другие сектора экономики, а также в связи с масштабными инвестиционными программами развития отрасли и потребностью в значительном привлечении новых работников в проекти-

рование, инжиниринг, энергостроительство, энергомонтаж.

Следует учитывать, что за последние годы произошли существенные изменения в ценностях и интересах работников самых разных профессий и специальностей. Новое поколение требует не просто высокооплачиваемой работы, но и ясную перспективу своего карьерного роста, соответствующей оценки и признания в обществе и со стороны организации, в которой работает. Это выражается не только в зарплате, быстром решении жилищных проблем, но и в определённой культурной среде на территории, статусе и участии в интересных инновационных проектах.

Особо актуальна эта проблема в электрических сетях. Некомфортные условия труда под открытым небом (зимой — в мороз, а летом — в жару), нарушения режима питания при недостаточной технической оснащённости

работ на линиях электропередачи малоприятны для молодёжи. Особенно при той зарплате, которую могут предложить электросетевые предприятия — как правило, не выше средней по региону, но существенно ниже, чем предлагают сегодня в сфере услуг, ритейле или IT-секторе. При этом работа отличается большой ответственностью и повышенными требованиями безопасности. Например, при замене дефектных изоляторов на ЛЭП 500 кВ человек, несмотря на защищённость от поражения электрическим током и экранирование от электрических полей, испытывает большой стресс.

*Решить проблему кадров можно лишь при условии, что на всех уровнях менеджмента появится осознание новых запросов молодых работников как реального фактора.*

Наряду с физическим дефицитом кадров серьёзна проблема качества всех категорий персонала, прежде всего инженерного. Общение на занятиях, проводимых авторами в течение многих лет с сотнями руководителей и специалистов, которые получили инженерное образование электро- и теплоэнергетического профиля, демонстрирует у них весьма фрагментарные и поверхностные знания содержания инновационной деятельности, принципов её организации и активизации. В то же время мощный инновационный поток, вызванный преобразованиями, цифровизацией, обновлением и расширением производственного аппарата уже сопровождается резким повышением требований к соответствующим знаниям и компетенциям, например при обосновании выбора нового оборудования на рынке, его надёжности и качеству эксплуатации. Конечно, это обуславливает принципиально иной подход к подготовке специалистов для формирования у них компетенций необходимого типа и содержания (рис. 1). Им необходимо понимать междисциплинарные взаимосвязи между техникой, технологией и экономикой энергетического производства, без которых невозможно принятие оптимальных решений при реализации технической политики в рыночной среде, привлечении инвестиций [1].

Ситуацию усугубляет отсутствие интереса большинства вузов к инженерно-экономической подготовке и острый дефицит квалифицированных преподавателей в университетах и техникумах,

Статья поступила 05 июня 2025 г.,  
принята к опубликованию 07 августа 2025 г.



Рис. 1. Знание отраслевой технологии — основа компетенций для модернизации электроэнергетики

на подготовку которых из молодёжи, по нашим оценкам, необходимо 10–15 лет.

Таким образом, перед нами поставлена сложнейшая и в то же время критически важная государственная задача, которая требует системного решения.

#### Кадровая проблема на разных этапах развития электроэнергетики

Изучение архивных материалов Энергоцентра, Главэнерго, Минэнерго, отдельных энергосистем, публикаций в отраслевых журналах и специальной литературе позволяет сделать некоторые обобщения относительно кадрово-

го обеспечения отрасли в течение периода её становления и развития [2].

Основной вывод заключается в том, что проблема кадров присутствовала постоянно, однако проявлялась она по-разному на отдельных этапах; существовало понимание мер, необходимых для её решения, но результаты достигались только, когда государство (партийные съезды) принимало соответствующие решения и проявляло волю к достижению результата.

Так, в первые годы становления отрасли (конец 1920-х – начало 1930-х гг.) наблюдался переизбыток рабочей силы, но очень низкого качества, вплоть

до безграмотных людей из деревень. Тогда главная задача, на которую были направлены основные усилия государства, заключалась в ускоренном обучении персонала. Однако следует отметить, что в те годы работали инженеры и профессора «старой» (царской) школы, а также приехавшие в страну специалисты из стран Западной Европы — то есть было кому готовить кадры и передавать свой опыт.

Обращает на себя внимание значительно большая удельная численность персонала на отечественных энергопредприятиях по сравнению с зарубежными (табл. 1). Уже в 1920-х гг. указыва-

Таблица 1

Структура персонала управления электростанцией (конец 1920-х гг.)

Должность	Рабочая мощность электростанции, тыс. кВт								Тарифный разряд
	5	10	20	30	40	50	80	100	
Заведующий станцией	1	1	1	1	1	1	1	1	17
Помощник заведующего	—	1	2	2	2	2	2	2	16
Заведующий котельной	—	—	1	1	1	1	1	1	15
Заведующий машзалом	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Инженер	1	1	2	2	2	3	4	5	15
Техник	1	1	1	2	2	2	3	3	13
Чертёжник	—	1	2	2	2	3	4	4	11
Статистик	—	1	1	1	1	1	1	2	10
Бухгалтер	—	1	1	1	1	1	1	1	14
Счетовод	1	1	2	3	4	5	6	7	8
Делопроизводитель	—	—	—	1	1	1	1	1	8
Конторщик	2	2	3	3	3	4	5	6	6
Регистратор	1	1	1	1	1	1	1	1	6
Машинистка	1	1	2	2	3	3	4	5	4
Табельщик	1	1	1	1	1	2	2	3	6
Кладовщик	—	1	1	1	1	1	1	1	7
Заведующий личным составом	—	1	1	1	1	1	1	1	11
Кассир	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Персонал управления в целом	13	18	24	27	30	36	42	48	—

лись причины этого: низкий уровень автоматизации и организации производства. Тогда на предприятиях трудилось небольшое число инженеров (1–2 человека на мелких электростанциях, не более 5 на крупных) и большое количество счётно-конторских работников — статистики, бухгалтеры, счетоводы, делопроизводители, регистраторы.

В 1920-е гг. организационная структура центральных электростанций была относительно проста и состояла из управления, котельной, машзала, топливоснабжения (иногда топливоснабжение не выделялось структурно и входило в состав котельной). Центральные электростанции часто включали в свой состав сети и подстанции, а, следовательно, имели соответствующие подразделения. Ремонтный персонал был рассредоточен по разным подразделениям [2].

Анализ численности персонала электростанций начального периода развития электроэнергетики свидетельствует о «полной хаотичности картины» [3]. К такой характеристике приводили прежде всего вид используемого топлива и способа его подачи — вручную или полумеханически. Поэтому и удельная численность персонала на крупных станциях колебалась от 3,11 до 13,5 чел./МВт.

В конце 1920-х — начале 1930-х гг. актуальным стал вопрос о централизации управления котлами. Отмечалось, что «в то время как в машинном зале всё управление турбогенераторами и фидерами централизовано и собрано в одном месте на распределительном щите и обслуживается 1–2 чел., в котельной — полная децентрализация. Пуск в ход, включение в работу и выключение отдельных котельных агрегатов, распределение нагрузки между ними — всё производится отдельно для каждого котла. Поэтому для машзала станции в 100 кВт требуется 56 чел., а для котельной даже при нормальном твёрдом топливе — 176 чел., т. е. в три с лишним раза больше». Расчёты показывали возможность сокращения численности рабочих в котельной в 2,0–2,5 раза при централизации управления. Диспетчерского управле-

ния ещё не было, но уже ставился вопрос о его необходимости. «Диспетчерский пункт совершенно необходим для правильного управления работой станции» [3].

Положение электроэнергетики конца 1920-х — начала 1930-х гг. усугублялось общей тяжёлой обстановкой в промышленности и запущенностью энергетического хозяйства: «Устарелое оборудование, не удовлетворяющее совершенно современным требованиям, отсутствие резервов, усиливающее трудности эксплуатации, полное отсутствие на местах схем, чертежей этого оборудования, отсутствие квалифицированного персонала; непонимание со стороны окружающих хозяйственников и производителей необходимости обратить внимание на оздоровление электрохозяйства — вот та обстановка, с которой сталкивается всякий работник-энергетик» [4].

До 1931 г. удельная численность занятого персонала на 1 МВт установленной мощности на современных станциях неуклонно снижалась (табл. 2). В 1931–1932 гг. наблюдается обратный процесс — рост занятой рабочей силы. В 1932 и в начале 1933 г. по этому важнейшему качественному показателю станции возвращаются к уровню 1930 г., а в Ленэнерго — даже к уровню 1927–1928 гг., несмотря на большую концентрацию мощностей [5]. Подобный процесс был характерен для всех отраслей в связи с политикой государства — ликвидации безработицы [6].

При этом характерна структура управления станцией, которую предлагают немецкие специалисты: старший инженер по эксплуатации — 1, ассистент старшего инженера — 1, стенографистки — 2, техники — 2, конторский персонал — 5, телефонистки — 4, привратники — 10. Всего — 25 чел.» [5]. Для сравнения: на Шатурской ГРЭС численность аппарата управления 49 чел.

Хуже всего обстояло положение с рабочим персоналом в силу его большой загруженности, особенно в сетях. Например, в Сталино-Макеевском районе за 6 месяцев 1933 г. были приняты на работу 1232 человека, уволились 1432, из них рабочих — 1034. Фактический среднемесячный штат за этот пе-

риод составлял 1850 человек. Необходимый штат — 2300 человек [7]. В Уралэнерго текучесть рабочей силы в 1930 г. составляла до 60 %, основная причина — плохое бытовое и культурное обслуживание.

В передовой статье журнала «Электрические станции» за 1933 г. указывалось, что уменьшение количества персонала на электростанциях связано с разрешением двух задач: технической и организационной. Первая задача — это перевод электростанций на высшую техническую ступень, вторая — правильная организация управления станцией. Подчёркивалось, что организационная структура должна быть простой и ясной. «Запутанная, громоздкая структура управления — показатель неблагоприятия на данном участке, показатель того, что организационные формы работы по освоению производства ещё здесь не найдены» [8].

Для примера в статье приводился анализ оргструктуры управления Шатурской ГРЭС с 1932 г. «Мы видим разросшуюся над производством сложную аппаратную надстройку: управленческий аппарат цехов и над ним аппарат управления станции. Первое «многоэтажие» состоит из 13 отделов, не считая бюро, групп и группочек. Восемь «замов» и «помов» плотной стеной отделяют директора от его аппарата и цехов станции. Система многозвенного руководства усложнена ещё тем, что ряд помощников директора имеет перед собой промежуточную инстанцию и подчиняется не директору непосредственно, а его заместителю.

...Техническое руководство станцией расплылось и построено нечётко. Правда, оно увенчано техническим советом, расположенным непосредственно при директоре. Этот совет является только иллюстрацией того, как конкретная практическая работа по освоению техники эксплуатации станции подменяется безответственной функцией работы» [8].

И опять именно государство приняло политическое решение — упорядочение структуры и численности кадров. В 1933 г. была определена типовая организационная структура электростанции (рис. 2). При этом Главэнерго руководствовалось следующими установками: закрепление за каждым звеном управления ответственности за определённый участок производства или работу, связанную с обслуживанием производственных процессов; объединение функций в ведении минимального числа руководителей; сосредоточение в руках технического руководителя станции (главного инженера) всех вопросов, связанных с организацией и руководством производства; освобождение цехового персонала от конторско-канцелярских функций и сосредоточение всего его внимания на обеспечении

Таблица 2

Год	Удельная численность персонала, чел./МВт		
	Мосэнерго	Ленэнерго	США
1926–1927	35,0	35,0	10,8
1927–1928	29,0	17,0	9,6
1929	27,0	15,0	9,5
1930	18,0	14,0	9,4
1931	20,0	16,0	9,0
1932	21,0	18,0	7,4
1933	н/д	н/д	7,0



Рис. 2. Типовая организационная структура электростанции

бесперебойного хода производственных процессов.

Среди причин высокой численности персонала в 1935 г. назывались недостатки проектов (расположение оборудования, компоновка зданий, степень механизации и автоматизации процессов; ставился вопрос о необходимости пересмотра принципов проектирования); низкий уровень механизации топливного хозяйства; многочисленные недоделки строителей; недостаток запчастей (станции их делают сами); низкий уровень организации труда и управления [9].

Вновь в печати вопрос об оргструктуре и штатах электростанций был поднят уже после Отечественной войны в 1947 г. [10 – 12]. Приводились данные о значительном превышении численности на отечественных электростанциях по сравнению с зарубежными, предлагались пути сокращения числа работников, прежде всего, за счёт упрощения структуры управления, централизации функций управления и обслуживания в энергосистемах.

В целом за анализируемый период 1920 – 1980 гг. в изменениях организационной структуры управления электростанций можно выделить две основные тенденции.

Первая связана с передачей выполнения ряда функций управления (технико-экономическое планирование, бухгалтерский учёт, материально-техническое снабжение, капитальное строительство) в районные энергоуправления и касается в основном организационных структур аппарата управления. В результате электростанции всё более становятся низовыми производственными ячейками. Круг их задач сужается и ограничивается производством энергии и ремонтом в планируемые сроки,

соблюдением утверждённого уровня технико-экономических показателей, организацией производства, мобилизацией резервов и стимулированием труда работающих. Организационная структура управления электростанций упрощается вследствие сокращения числа функциональных отделов.

Вторая тенденция была вызвана автоматизацией технологических процессов и реализовывалась в увеличении зон обслуживания, укрупнении производственных цехов и сокращении их числа. В сочетании с первой тенденцией создаются предпосылки для перехода на бесцеховую структуру. Этот вопрос многократно обсуждался в печати [13 – 15].

Ведущее место в кадровой политике занимало материальное стимулирование — организация заработной платы

(тарифные сетки, должностные оклады, доплаты). В годы первых пятилеток, Великой Отечественной войны и послевоенное время на первое место в оплате труда выдвигались отрасли тяжёлой промышленности. В этом была объективная необходимость: иначе невозможно было привлечь в эти отрасли и закрепить там наиболее квалифицированные кадры. В электроэнергетике в тот период уровень оплаты труда был одним из самых высоких (табл. 3), при этом персонал имел возможность получения дополнительных стимулирующих выплат, например, за экономию топлива, квалификационную категорию.

### Современная ситуация с кадрами

Многие проблемы с кадрами, характерные для периода становления отечественной электроэнергетики, актуальны и сегодня — спустя 100 лет. В их числе: низкая производительность труда по сравнению с зарубежными странами (табл. 4), перегруженность оргструктур электростанций и предприятий электрических сетей, высокая дифференциация зарплат разных категорий работников, прежде всего руководителей и младшего персонала (табл. 5).

Текущая кадровая ситуация в энергетике в целом характеризуется следующим образом. По данным Федеральной службы государственной статистики в отрасли работает 1,8 млн человек [22]. Возрастная структура специалистов достаточно сбалансирована, хотя обращает на себя внимание небольшое количество молодежи: порядка 8 % сотрудников имеют возраст до 29 лет, 29 % — от 30 до 39 лет, 54 % — от 40 до 59 лет и около 9 % — старше 60 лет. Больше половины сотрудников имеют среднее профессиональное образование, треть — высшее. Индекс производительности труда в энергетике, рассчитываемый Росстатом по соотноше-

Таблица 3

Сравнительный уровень оплаты труда, 1932 г.	
Отрасль	Среднемесячная заработная плата рабочих, руб.
В среднем по промышленности	115,42
Черная металлургия	132,24
Машиностроение	141,39
Электростанции Главэнерго	175,00

Таблица 4

Производительность труда в электроэнергетике (чел./МВт)					
Год	СССР/Россия	США	Франция	Германия	Италия
1950	10 – 12	3 – 5	5 – 7	6 – 8	6 – 8
1980	5 – 7	1,5 – 2	2 – 3	2 – 3	3 – 4
1990	4 – 5	1 – 1,5	1,5 – 2	1,5 – 2	2 – 3
2000	3 – 4	0,8 – 1	1 – 1,5	1 – 1,5	1,5 – 2
2010	2 – 3	0,5 – 0,8	0,8 – 1	0,8 – 1	1 – 1,5
2020	1,5 – 2	0,3 – 0,5	0,5 – 0,8	0,5 – 0,8	0,8 – 1

Примечание. Таблица составлена на основе [16 – 18]

Таблица 5

## Зарплаты в электроэнергетике (абсолютные значения, руб.)

Категория персонала	1995 г.	2005 г.	2015 г.	2021 г.
Рабочие	445 000	10 502	33 747	43 901
ИТР	571 000	15 475	45 831	63 995
Руководители подразделений	—	28 298	72 485	99 328
Служащие	310 000	8 589	28 011	35 120
Младший обслуживающий персонал	220 000	8 405	24 300	27 640

Примечание. Таблица составлена на основе [19 – 21]

нию физического объёма валовой добавленной стоимости по отрасли к совокупным затратам труда за период [23], практически не увеличивается последние 10 лет. Его динамику можно оценить в 0,5 – 1 % в год, что является незначительной величиной по сравнению с другими отраслями и секторами экономики страны.

Заработная плата в электроэнергетике имеет отрицательную динамику (рис. 3). Если в 2010 г. средняя заработная плата в отрасли превышала среднероссийское значение на 22 %, то в 2023 г., по ряду оценок [22, 25], стала составлять лишь 90 – 95 % её величины по стране.

Закономерно, что в отрасли усиливается «кадровый голод». Наблюдается стабильное превышение выбывших над численностью принятых (трудоустроенных) работников. Например, в 2021 г. численность персонала в отрасли сократилась почти на 40 тыс. чел., в 2022 г. — ещё на 10 тыс. чел. Текучесть кадров рабочих специальностей — почти 30 % [24]. Число вакантных мест в электроэнергетике — порядка 70 – 80 тыс. чел. [22] и, что тревожно, продолжает расти.

Наблюдается большая нехватка квалифицированных рабочих и инженерно-технических специалистов. Особо дефицитны профессии машинистов-обходчиков турбинного и котельного оборудования, электрослесарей по ремонту, диспетчеров, наладчиков автоматизированных систем управления. В условиях недокомплекта и сезонной нагрузки (например, в отопительный период) персонал вынужден работать сверхурочно; до 20 – 30 % работников систематически перерабатывают норму часов, что приводит к росту риска ошибок и демотивирует их.

Особую остроту имеет проблема дефицита (практическое отсутствие) квалифицированных инженеров для проектирования, инжиниринга, пусконаладочных работ; внедрения перспективных цифровых технологий, робототехники, искусственного интеллекта.

В то же время, в 2022 году вузы выпустили 22,2 тыс. специалистов по энергетическим направлениям подготовки; ещё 17,7 тысяч выпускников подготовили колледжи и техникумы. При этом, по оценкам НИУ ВШЭ [26, 27], примерно половина выпускников среднеспециальных учебных заведений трудоу-

раиваются по профилю подготовки; в высшем образовании эта величина приближается к 80 %, что резко контрастирует с оценками самих студентов — по их наблюдениям доля трудоустроенных по специальности не превышает 50 %. Тем не менее, если даже взять за основу оптимистичные оценки НИУ ВШЭ, можно утверждать, что ежегодно в энергетику приходят лишь порядка 26 тысяч новых специалистов.

Учитывая сохраняющиеся темпы выбытия сотрудников из отрасли и реальную величину притока молодых кадров, для заполнения имеющегося числа вакантных мест в университетах и учреждениях среднего профессионального образования необходимо выпускать минимум в три раза больше специалистов ежегодно. Однако сразу возникает вопрос об оптимальном соотношении работников с высшим и средним профессиональным образованием в электроэнергетике.

Заметим, что, начиная с 2010 г., в университетах число выпускников-инженеров — электро- и теплоэнергетиков неуклонно снижается. За прошедшие 15 лет оно составило 25 %.

Негативно характеризуется и подготовка кадров высшей квалификации, которые, с одной стороны, остро нужны самим образовательным структурам как будущие преподаватели, с другой — востребованы и в отрасли, в первую очередь в сферах НИОКР, проектирования, инжиниринга. Однако, начиная с 2019 года, число аспирантов, закончивших аспирантуру по специальностям «электро- и теплоэнергетика» снижается; защищают кандидатские диссертации

## Физический дефицит приобрёл критический характер

- Число вакантных мест — **70 – 80 тыс. чел.** (5 % от общей численности работников отрасли)
- Падает число выпускников инженерных специальностей в вузах — **на 25 % с 2010 по 2024 г.**
- По специальности идут работать **менее 50 %** выпускников

## Качество специалистов резко снизилось

- Энергокомпании вынуждены брать на работу людей, не имеющих представления об энергетике
- Молодёжь не понимает свой должностной функционал, не мотивирована, «заточена» на рутинную работу по инструкциям
- Производительность труда в отрасли **в 3 – 5 раз ниже** по сравнению с зарубежными странами (США, Франция, Германия)

## Неудовлетворительный уровень зарплат



Среднемесячная заработная плата рабочих, руб.

Рис. 3. Масштаб кадровой проблемы

ции при этом лишь всего 14 % аспирантов.

Учитывая нарастающий характер кадровой проблемы, в отрасли актуализируется активизация ряда трудосберегающих направлений. К ним относятся, например, повышение автоматизации и интеллектуализации энергообъектов, внедрение прогрессивных форм организации ремонтов. Особый интерес представляет преобразование производственных структур электростанций в бесцеховые по мере перехода к сервисному обслуживанию поставляемого оборудования энергомашиностроительными предприятиями и сокращением ремонтного персонала. Дискуссия о переходе на бесцеховые структуры проводится десятилетиями, трудосберегающие эффекты, достигаемые вследствие такого перехода, понятны и доказаны, однако реальных шагов в этом направлении не наблюдается.

### Внедрение бесцеховой структуры на электростанциях

В основе построения организационных структур отечественных электростанций лежит цеховой принцип. Его недостатки известны [28]. Например, отмечается нечёткое разграничение функций и ответственности руководителей структурных подразделений за выполнение многих эксплуатационно-ремонтных задач, перегрузка руководящего звена управления электростанциями, избыточная иерархичность организационной структуры, общая низкая эффективность труда персонала. Однако необходимый акцент не делается на главное, что цеховая структура исторически связана со сложившейся организацией ремонтного обслуживания — хозяйственным способом его выполнения, поскольку в СССР сервис поставляемого оборудования энергомашиностроением не практиковался, а сейчас в РФ только начинает внедряться. Большое количество именно ремонтного персонала непосредственно на энергопредприятиях (до 30 % и более в общей численности промышленно-производственного персонала и приводит к столь существенно более низкой производительности труда по сравнению с зарубежной электроэнергетикой).

На рис. 4 приведена схема бесцеховой организационной структуры американской АЭС [29]. Обращают на себя внимание прежде всего относительно малая (на порядок) численность персонала и простота структуры по сравнению с отечественными электростанциями. На американских АЭС практически нет собственного ремонтного персонала, для выполнения ремонтных работ привлекаются специализированные фирмы. Наконец, такие отделы, как планово-экономический, материально-технического снабжения, бухгалтерия и другие, на электростанции отсут-

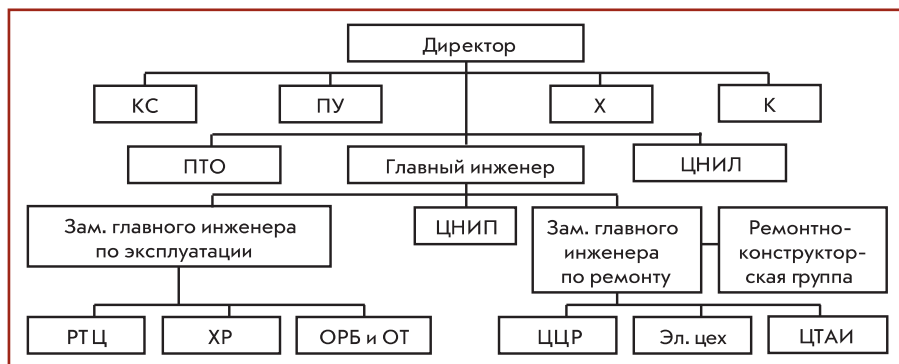


Рис. 4. Вариант схемы организационной структуры АЭС:

Функциональные отделы: КС — капитального строительства; ПУ — планирования и учёта; Х, К — хозяйственная и кадровая группы. Производственные цеха: РТЦ — реакторно-турбинный; ХР — химико-радиационный; ОРБ и ОТ — отделы радиационной безопасности и охраны труда; ПТО — производственно-технический отдел; ЦНИЛ — центральная научно-исследовательская лаборатория; ЦНИП — цех наладки и пусков; ЦЦР — цех централизованного ремонта; ЦТАИ — цех тепловой автоматики и измерений

ствуют, их функции полностью централизованы на более высоком уровне управления в энергетической компании, в состав которой входит электростанция.

В российской электроэнергетике не так много примеров перехода электростанций на бесцеховую структуру, однако все они в определённой мере показательны. Например, на Рефтинской и Среднеуральской ГРЭС в результате оптимизационных мероприятий удалось сократить персонал на 30 % и более. Интересен опыт Юго-Западной ТЭЦ (Санкт-Петербург) [30, 31], на которой создана единая сквозная смена оперативного персонала, подчинённая начальнику смены станции (рис. 5).

На ТЭЦ вместо традиционных производственных цехов (котлотурбинного, электрического, химического и цеха тепловой автоматики и измерений) созданы два основных ремонтных цеха: цех по техническому обслуживанию и ремонту тепломеханического оборудования, а также цех по техническому обслуживанию и ремонту электротехнического оборудования и КИПиА. Эти подразделения занимаются вопросами поддержания, вверенного им оборудования в исправном состоянии, организации и проведения ремонтных работ и работ по ТО оборудования, находящегося в зоне ответственности. Весь оперативный персонал выведен в самостоятельное структурное подразделение — служба эксплуатации, возглавляемое начальником службы эксплуатации. В состав службы входят оперативный персонал (5 смен по 10 человек в смену), ведущий инженер по эксплуатации и кладовщик-табелщик (на большинстве ТЭЦ с цеховой структурой в подчинении начальника службы эксплуатации находятся только начальники смен станции).

Таким образом, бесцеховая структура электростанции характеризуется следующими особенностями:

- выполнением функций руководства производством непосредственно аппаратом управления электростанции (главным инженером, его заместителями, начальниками смен станции, начальниками смен цехов);
- высокой ответственностью начальников смен станции и всего оперативного персонала за эксплуатацию оборудования энергообъектов;
- отсутствием промежуточных звеньев в управлении производством, что даёт возможность рационально перераспределить должностные обязанности административно-технического персонала и оптимизировать численность персонала [32].

*Проблемы перехода на бесцеховую структуру.* Основная проблема заключается в том, что при ликвидации цехов важно не нарушить взаимодействие между вновь созданными службами. Так, при бесцеховой структуре создаётся служба ремонта, которая отвечает за анализ появляющихся дефектов, инициацию вывода оборудования в ремонт, совместную приёмку оборудования, включая пусконаладочные работы, оптимизацию приоритетности выполнения работ. Основа персонала этой службы — это технический ассистент по различным направлениям, функции и задачи которого приведены в табл. 6.

Однако передача обслуживания и ремонта оборудования подрядным организациям посредством тендеров приводит к ухудшению качества ремонта. Например, при пусковых операциях на блоке сгорает электродвигатель на главной паровой задвижке. Если раньше при цеховой структуре был дежурный электрослесарь цеха тепловой автоматики и измерений, то теперь требуется через дежурного технического ассистента вызвать подрядчиков для устранения дефекта, что приводит к задержке пуска и, как следствие, штрафным санкциям от Системного оператора. Помимо этого, отсутствие ремонтных цехов нередко приводит к получению запча-

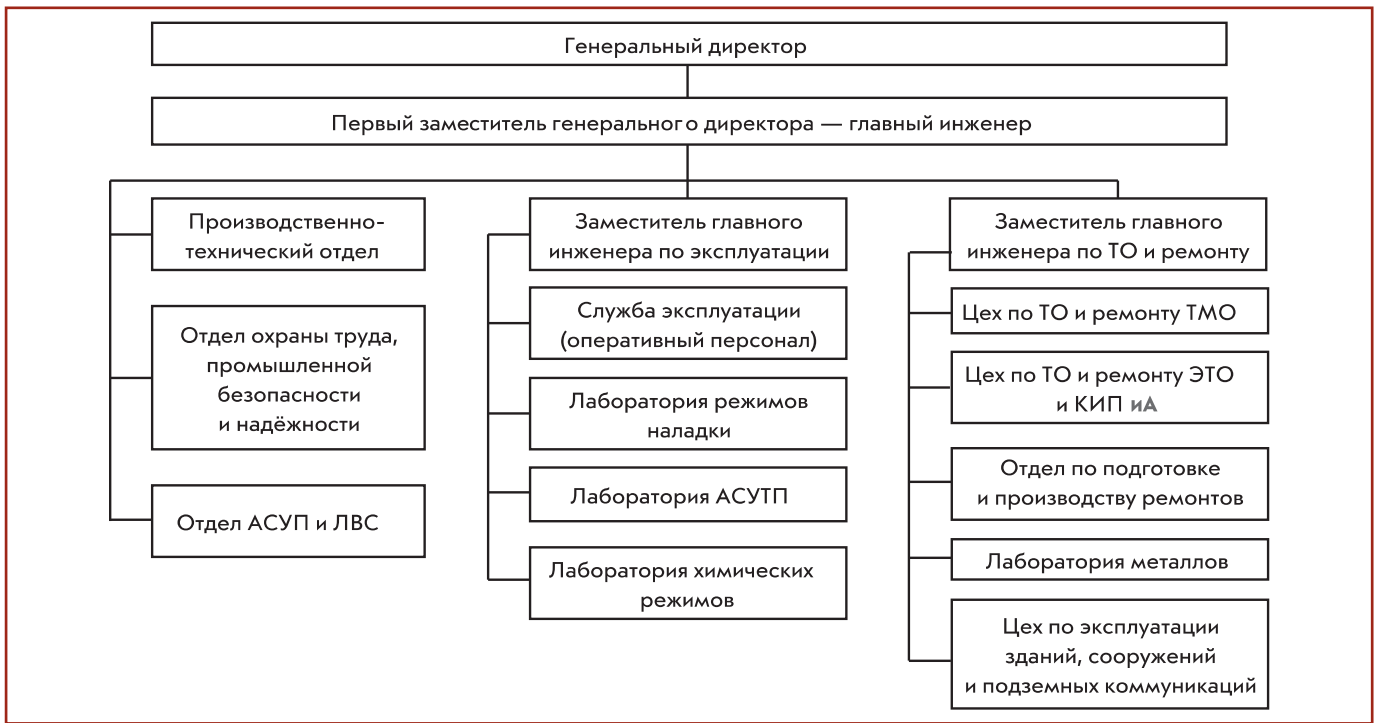


Рис 5. Структурная схема производственного персонала Юго-Западной ТЭЦ:

ЛВС — локальные вычислительные сети; ТМО — тепломеханическое оборудование; КИП — контрольно-измерительные приборы; ЭТО — электротехническое оборудование; КИПиА — контрольно-измерительные приборы и автоматика

стей низкого качества, что приводит к задержкам в ремонтах.

Укажем фундаментальные причины, которые в настоящее время приводят к отказу от бесцеховых структур даже на тех энергетических предприятиях, где они были внедрены ранее.

1. Требуется глубокие качественные изменения в организации и эксплуатации ремонта, управления. В этой связи необходима переработка большинства нормативно-технических документов: положений, инструкций, схем, указаний, регламентирующих деятельность персонала.

2. Увеличивается объём и усложняется состав задач, решаемых работниками, что приводит к необходимости переподготовки практически всех категорий персонала.

3. Существенно повышается средняя интенсивность труда одного работника. Это порождает риск ухода части сотрудников с предприятий. Повышение сложности и интенсивности труда и важность закрепления кадров потребует значительного увеличения фонда зара-

ботной платы электростанций, даже несмотря на сокращение численности персонала.

4. Высвобождение работников ставит задачу их дальнейшего трудоустройства.

*И всё же ещё раз подчеркнём основную причину — сосредоточение ремонтного персонала на энергопредприятии при отсутствии гарантированного сервисного обслуживания оборудования поставщиками.*

Тем не менее, учитывая реальные резервы повышения производительности труда, и то, что в энергомашиностроительном комплексе РФ наметилась тенденция на организацию собственного сервиса, *следует признать переход на бесцеховую структуру одной из наиболее эффективных мер сокращения численности персонала.*

Однако, конечно, перестройку сложившихся на электростанциях организационных структур, учитывая отсутствие организационных условий и психологический барьер, следует проводить на основе серьёзной подготовки.

Система действующей в отрасли нормативно-технической документации по организации эксплуатации, труда, заработной платы и управления электрических станций десятилетиями формировалась для цехового принципа организации производства. Поэтому решение о принятии бесцеховой структуры управления — это не мероприятие по замене одного структурного приказа на другой, а многоплановый пересмотр, по существу, всех производственных отношений, сопряжённый с серьёзными качественными изменениями в организации эксплуатации, ремонта, управления. Необходима переработка большинства положений, инструкций, схем, указаний, регламентирующих деятельность персонала электростанции.

Для начала целесообразно объединить в одно подразделение ремонтное обслуживание. В настоящее время ремонтами на электростанции занимаются цех централизованного ремонта (ЦЦР), цех тепловой автоматики и измерений (ЦТАИ) и электроцех. Причём в цехе ТАИ численность ремонтного персона-

Таблица 6

#### Взаимодействие технического ассистента с различными службами

Направления взаимодействия технического ассистента			
Служба эксплуатации	Служба планирования ремонта	Управление МТС (закупки)	Подрядные организации
Анализ появляющихся дефектов, инициация вывода оборудования в ремонт, совместная приёмка оборудования, включая пусконаладочные работы. Определение приоритетности выполнения работ	Планирование объёмов работ для подготовки годового и перспективного графиков ремонта энергоблоков, формирование заказов ТОРО в системе SAP. Приёмка и контроль выполненных работ подрядной организацией	Планирование закупок материалов, отражение и деблокирование заявок на закупку, проведение технических экспертиз претендентов поставки. Ведение переговоров по техническим вопросам с поставщиками	Организация операционной деятельности ремонтного персонала, контроль в ходе выполнения работ, приёмка оборудования после ремонта. Участие в допуске по наряду, периодический контроль хода работ. Подготовка технических решений

ла доходит до 90 %, а в электроцехе — до 60 – 70 %, т. е. основной объём работ у них связан с ремонтами. Возможно, имеет смысл оба цеха объединить с ЦЦР в блок цехов, занимающихся ремонтным обслуживанием, с подчинением заместителю главного инженера по ремонту, наделив последнего правами линейного руководителя.

Централизация ремонта позволит сосредоточить в одном подразделении руководство и ответственность за готовность оборудования, повысить качество ремонта, сократить численность персонала, создать предпосылки для перехода к полному ремонтному обслуживанию оборудования электростанции заводами-изготовителями или крупными специализированными энергоремонтными предприятиями, работающими на рыночных условиях.

Дальнейшим развитием рационализации управления должна стать централизация отдельных функций управления как на уровне электростанции, так и на уровне энергокомпании. На уровне энергокомпании целесообразна централизация прежде всего планирования проектов технического развития, выбора поставщиков и учёта топлива, материально-технического снабжения, бухгалтерского учёта и финансовой деятельности. Разумеется, осуществление централизации должно сопровождаться внедрением современных цифровых технологий и интегрированных систем.

По оценке авторов, программа поэтапного перевода электростанции на бесцеховую структуру может быть осуществлена в течение 2 – 5 лет.

### **Инновационные решения в энергоремонте, обеспечивающие сокращение численности персонала**

В качестве организационно-экономической основы значительного сокращения численности персонала рассматривается модель, согласно которой выполнение значительного объёма ремонтов на энергообъектах осуществляется специализированными ремонтными организациями и предприятиями-изготовителями в рамках долгосрочных контрактов на техническое сопровождение (комплексный сервис) поставляемого оборудования. Такой подход направлен на системное повышение эффективности энергоремонта, включая повышение его качества; сокращение сроков проведения и увеличение межремонтного периода; уменьшение затрат; снижение трудоёмкости работ и повышение производительности труда. При этом энергомашиностроительная компания повышает свою конкурентоспособность параллельно на двух рынках: энергетической техники и сервисном.

Включение энергомашиностроения в энергоремонтное производство будет способствовать реализации мероприя-

тий, обеспечивающих резкий рост эффективности:

- переход на ремонты «по техническому состоянию» для всех видов основного и вспомогательного оборудования с использованием информационно-цифровых систем дистанционной диагностики и контроля;
- использование агрегатно-узлового способа ремонта;
- увеличение механовооружённости ремонтного персонала, включая применение специализированной робототехники;
- внедрение новых технологий ремонта (прогрессивные материалы, методы восстановления деталей и др.).

Во всех этих областях энергомашиностроительные предприятия обладают существенными преимуществами перед специализированными ремонтными бизнес-структурами. Они хорошо знают особенности освоенного в производстве оборудования, что позволяет проводить ремонты на высоком качественном уровне в сжатые сроки при относительно низких затратах и увеличивать межремонтные периоды; лучше, чем специализированные ремонтные организации, технологически подготовлены к инновациям в сфере капитального ремонта. Кроме того, комплексное послепродажное обслуживание (техническое сопровождение) нового оборудования и непрерывный мониторинг его состояния в конкретных эксплуатационных условиях дают производителям ценную информацию для повышения качества продукции и проведения модернизации выпускаемой техники.

Конечно, отечественному энергомашиностроению при переходе к энерго-сервисному обслуживанию предстоит решить масштабные и капиталоемкие задачи.

1. Создание системы непрерывного повышения технического уровня оборудования для электроэнергетики:

- увеличение в структуре производства удельного веса наукоёмкой энергетической техники на основе отечественных разработок с актуальными технико-экономическими параметрами;
- выпуск импортозамещённого оборудования с характеристиками, превышающими зарубежные аналоги;
- расширение производства модернизированного оборудования для ускоренного техперевооружения генерирующих и сетевых объектов;
- модернизация оборудования, совмещаемая с очередным капремонтом.

2. Развитие новых форм взаимодействия с энергообъектами — получателями продукции машиностроения:

- совершенствование методики формирования и контроля выполнения заказа на новую технику;
- расширение финансового лизинга оборудования (способствует поддер-

жанию спроса на прогрессивную технику);

- внедрение системы комплексного технического сопровождения (послепродажного обслуживания) поставляемого оборудования, что способствует повышению конкурентоспособности на рынках энергетической техники и ремонтного сервиса;
  - электрификация производства.
- Она обеспечивает рост производительности труда, повышение качества продукции, вытеснение дорожающего природного газа из технологических установок. В итоге происходит снижение цены техники в расчёте на единицу полезного (потребительского) эффекта.

Возможны различные схемы взаимодействия энергомашиностроительных предприятий с электроэнергетикой. Например, энергообъекты — получатели техники и услуг по её обслуживанию, поставляют электроэнергию этим предприятиям по льготной цене. Другой вариант — на объём природного газа для выработки энергии, замещающей технологическое топливо, регулятором устанавливается ценовая скидка. Период действия льготных цен зависит от расчётного (нормативного) срока окупаемости капиталовложений в электро-технологические установки.

### **Инженеры или техники: необходимы другие пропорции и компетенции**

На электростанциях США и стран Европы число специалистов с инженерным высшим образованием значительно меньше, чем на отечественных. Например, на АЭС высшее образование имеют лица, занимающие должности директора, инженера-вычислителя, начальника смены, старшего инженера пульта управления, инженера-ядерщика (порядка 20 % численности персонала, табл. 7); в основном здесь работают узкие специалисты и рабочие, окончившие специальный колледж или школу, но имеющие опыт работы на ТЭС.

В целом на электростанциях зарубежных стран доля персонала, имеющего высшее образование, как правило, не выше 30 % [36, 37]. В российской практике, по оценке авторов, она колеблется в пределах 40 – 55 %. Пример структуры оперативного персонала по уровню образованию одной из крупных отечественных ГРЭС приведён в табл. 8.

Причина такого отличия в структуре кадров по уровню образования на зарубежных и отечественных электростанциях, как и в отношении производительности труда — более низкое качество энергетического оборудования, систем автоматики, организации ремонтного производства.

В качестве примера приведём характерные недостатки в организации работы оперативного персонала крупной электростанции. Здесь наблюдаются

Таблица 7

## Некоторые характеристики кадрового обеспечения АЭС в России и США

Показатель	Россия	США
Совокупная установленная мощность, ГВт	28,5	97,1
Коэффициент использования установленной мощности, %	84	90
Общее количество персонала на атомных электростанциях, тыс. чел.	36,5	58,5
Штатный коэффициент, чел./МВт	1,28	0,6
Количество оперативного персонала на атомных электростанциях, тыс. чел.	25,5	49,3
Доля оперативного персонала, имеющего среднее или среднее профессиональное образование, %	60	80
Средняя заработная плата оперативного персонала, долл./мес.	1 700	9 000

Примечание. Составлено авторами на основе годовых отчётов ГК «Росатом», материалов «Российской газеты», сайтов атомных электростанций РФ и [33 – 36]

Таблица 8

## Уровни образования оперативного персонала на ГРЭС

Должность	Высшее	Среднее профессиональное
Начальник смены очереди, чел.	3	1
Начальник смены блока, чел.	10	8
Машинист энергоблока, чел.	12	15
Машинист-обходчик, чел.	26	23
Итого, чел.	51	47
Доля специалистов с конкретным уровнем образования, %	52	48

проблемы, выражающиеся в необходимости профессионального отбора операторов; совершенствования и регламентации оперативных связей и подчинённости; оптимального оснащения средствами связи; улучшения эксплуатационной документации, её структуры, чёткости, краткости и удобства восприятия информации (рис. 6).

Среди других недостатков отмечается высокая потребность в рационализации технических систем управления энергоблоком (расположение и компоновка постов управления, схемные решения), отсутствие возможности оперативного управления некоторыми важными узлами; неудобное расположение приводов арматуры, КИП; повышение надёжности арматуры; низкое качество представляемой на приборах и дисплеях информации; нерациональное рас-

положение средств контроля и управления некоторых систем.

При должном качестве указанных элементов производства на многих должностных позициях вполне достаточно среднего профессионального образования. Это относится к оперативному персоналу (за исключением начальников смен), ремонтникам, работникам бухгалтерии и ряда других функциональных подразделений. В совокупности с проводимой в отрасли цифровизацией помимо прочего должен достигаться важнейший эффект — повышение производительности труда с высвобождением персонала.

Если говорить о компетентности персонала — качестве кадров, то в рамках темы данного цикла статей представляется интерес, прежде всего, готовность специалистов к инновационной деятельности. К сожалению, можно конста-

тировать, что она находится на весьма низком уровне. Для техникумов и колледжей соответствующие вопросы не являются приоритетными, но, что особо тревожно, в подавляющем большинстве инженерных вузов РФ им также практически не уделяется должного внимания. Об этом свидетельствуют как содержание учебных планов, так и оценки выпускников инженерных энергетических специальностей.

В ходе исследования был проведён опрос порядка 100 чел., окончивших бакалавриат и/или магистратуру по специальностям «Электроэнергетика и электротехника» и «Теплоэнергетика и теплотехника» в период с 2016 по 2024 г. Респондентам было предложено оценить по шкале от 0 до 1 глубину изучения вопросов, непосредственно касающихся научно-технического прогресса и новой техники, специфики её внедрения в энергетическом производстве, определения экономической эффективности и рыночной перспективности инноваций, без знаний которых модернизация невозможна, в ходе освоения образовательных программ. Оценка 1 означала, что соответствующему вопросу уделялось высокое внимание и он изучался детализированно, а оценка 0 констатировала, что проблема не рассматривалась вовсе. Результаты анализа ответов (рис. 7) указывают на то, что организация инновационной деятельности и связанные с ней актуальные для современной энергетики темы (экономическое обоснование инвестиций, управление спросом на энергию и мощность, интеллектуальные энергетические производства, локальные энергосистемы, энергопереход) фактически игнорируются в профессиональном образовании инженеров.

Между тем, по мнению уже практикующих специалистов энергокомпаний, данные вопросы должны изучаться на порядок глубже и в значительно большем объёме часов, а компетенция организации инновационных процессов демонстрирует усиление своей значимости и является наиболее остродефицитной не только у инженеров, но и руководителей энергетического бизнеса (табл. 9).

Таким образом, очевидна необходимость радикального переосмысления подготовки инженерных кадров для модернизации и дальнейших отраслевых преобразований. Причём заметим, что активизация инновационной деятельности в электроэнергетике невозможна без существенного усиления инженерно-экономической подготовки и формирования на прогрессивной высокотехнологической основе инженерно-экономических и инженерно-управленческих компетенций [38]. Концепция, методы и инструменты такой подготовки, реализуемой авторами в Уральском

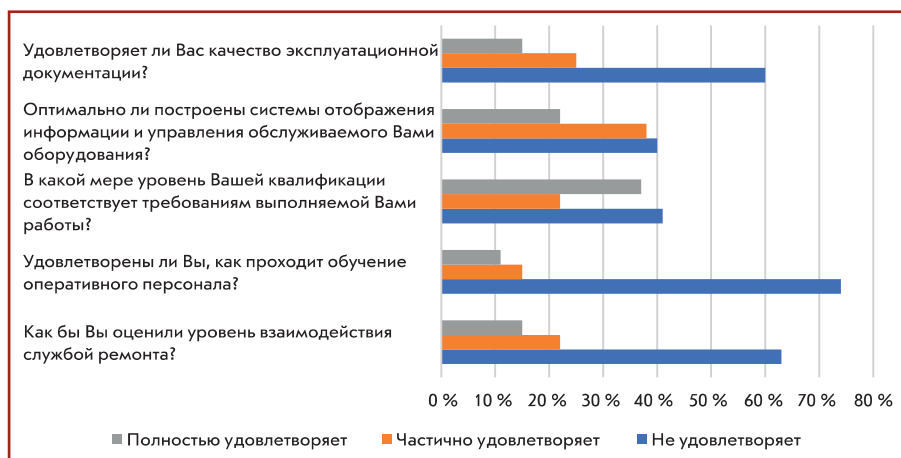


Рис. 6. Организация труда оперативного персонала (результаты анкетирования работников)



Рис. 7. Глубина изучения инженерно-экономических аспектов деятельности энергокомпаний студентами электро- и теплоэнергетических специальностей в процессе обучения

Таблица 9

**Основные барьеры в работе руководителей: результаты опроса практикующих менеджеров**

Недостаток	Процент респондентов, отметивших яркую выраженность недостатка	
	2020 г.	2025 г.
<b>Отсутствие компетенций организации инновационного процесса</b> (планирование, включая оценку инвестиций, ожидаемых эффектов и рисков, вовлечение персонала, командная работа)	42	72
Недостаточная работа по привлечению и развитию молодых специалистов для работы в инновационных проектах	70	68
<b>Недостаток знаний и опыта внедрения цифровых инструментов и IT-решений</b> в операционную деятельность компании	47	54
Непонимание выгод энергокомпаний от внедрения дополнительных к основному производству продуктов и сервисов, в том числе цифровых	72	46
<b>Неспособность своевременно реагировать на рыночные изменения и запросы потребителей</b>	25	40
Отсутствие проектного мышления и навыков управления проектами	48	38
<b>Непоследовательность и противоречивость управленческих решений</b> вследствие непонимания позиций ключевых заинтересованных сторон	17	36

федеральном университете и при работе с кадровым резервом энергетического бизнеса, будут рассмотрены в завершающей статье цикла в следующем выпуске журнала.

**Заключение**

Главный вывод, который следует из приведённого анализа, заключается в том, что проблема кадров в электроэнергетике требует системного решения с активным участием государства. Признавая, что кадры становятся проблемой № 1, финансирование мер по привлечению и удержанию специалистов в отрасли и сегодня продолжает осуществляться по остаточному принципу. Необходимы радикальные комплексные меры, способствующие закреплению кадров на энергопредприя-

тиях за счёт активизации двух групп методов: мотивационных (зарплата, социальная инфраструктура, перспективы роста, психологический климат в коллективе) и административных, вплоть до ограничений на уход сотрудника с энергопредприятия, куда он был распределён после обучения в вузе или техникуме, например путём наложения финансовых обязательств по возврату средств в случае досрочного расторжения трудового договора.

В технической политике отрасли приоритетом должны стать *трудосберегающие направления научно-технического прогресса*. Так, в структуре генерирующих мощностей результативным является сооружение установок малой и средней мощности для всех типов электростанций (особое внимание сле-

дует обратить на АЭС и угольные ТЭС) в контейнерно-модульном исполнении полной заводской готовности, способных работать в автоматизированном режиме, оснащённых средствами дистанционного управления (пуск, останов, изменение нагрузки). Трудосберегающий эффект здесь проявляется в минимизации потребности в оперативном, ремонтном и вспомогательном персонале.

Для действующих установок большой мощности необходимо внедрение прогрессивной формы организации ремонтов всех видов оборудования по техническому состоянию в сочетании с переходом на агрегатно-узловой метод капитальных ремонтов. Эта мера актуальна как для электростанций, так и для электросетевых объектов, оборудование которых отличается большим количеством дефектов. В этом отношении в электрических сетях, в частности для элементов ЛЭП, перспективным является расширение использования роботизированных средств диагностики с помощью беспилотных летательных аппаратов.

*В организационно-технической политике отрасли следует ориентироваться на ряд крупных проектов, обеспечивающих реальное сокращение персонала.*

1. «Торможение» вводов новых мощностей за счёт программ управления спросом на энергию и мощность в регионах в границах ОЭС вследствие энергосбережения, сокращающего потребности в электроэнергии, и оптимизации графиков нагрузки, уменьшающих объёмы мощности пиковых установок. Учитывая, что достижимый потенциал управления спросом в ЕЭС России составляет 4 – 6 ГВт высвобождаемой мощности, а штатный коэффициент в электроэнергетике страны варьируется в диапазоне 1,5 – 2 чел./МВт, то за счёт внедрения программ управления спросом в пределе можно уменьшить численность персонала на 6 – 12 тыс. сотрудников, что сократит потребность в кадровом дефиците в отрасли примерно на 15 %.

2. Преобразование производственных структур электростанций страны на бесцеховую по мере активизации сервисного обслуживания поставляемого оборудования машиностроительными предприятиями и сокращением ремонтного персонала в энергокомпаниях.

3. Реформирование системы подготовки кадров, обеспечивающее качество трудовых ресурсов, прежде всего инженеров и техников. Необходимо предусмотреть следующие меры:

- восстановление специализированных политехнических классов в средней школе с активной пропагандой престижа профессий работы в электроэнергетике;

- льготы при поступлении и значительное сокращение периода обучения в вузах для студентов, имеющих профильное среднее профессиональное образование;

- использование новых механизмов взаимодействия энергетических компаний с образовательными заведениями: заказ специалистов по количеству и компетенциям;

- изменение идеологии корпоративных университетов и учебных центров крупных энергокомпаний в направлении освоения передовой отраслевой практики, а не повторения содержания, а главное методов вузовского обучения; в этом отношении большой интерес представляет опыт Корпоративной академии Росатома.

4. Кадровую проблему в электроэнергетике невозможно решить без активного государственного участия. Соответствующие программы должны стимулировать повышение производительности труда в отрасли и быть нацелены:

- на приостановку оттока и старения квалифицированного персонала;

- усиление работы по привлечению на энергетические специальности абитуриентов вузов и техникумов;

- ускорение процесса адаптации и профессионального роста молодых специалистов и, что особо важно, их удержание в энергокомпаниях;

- организацию партнёрства энергетического бизнеса с наукой и образованием в части совместного участия подготовки кадров как приоритет стратегической деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гительман Л. Д., Кожевников М. В. О неотложных изменениях в подготовке менеджеров и инженеров для новой энергетики // Энергетик. 2023. № 9. С. 3 – 11.

2. Гительман Л. Д. Управление электроэнергетикой. Исторический опыт. — М.: Дело, 2007. — 104 с.

3. Меерович Э. С. Эксплуатация центральных электрических станций. — М.; Л.: Гос. изд-во, 1928. — 654 с.

4. Информация о положении в энергетике Донбасса // Электрические станции. 1930. № 2. С. 124.

5. Учебная книга по экономике энергетики / Под рук. и ред. проф. В. И. Вейца. — М.; Л.: ОНТИ НКТП СССР Госэнергоиздат, 1934. Вып. 3. — 116 с.

6. Работа с кадрами Главэнерго // Тепло и сила. 1935. № 8. С. 1 – 2.

7. Электроэнергетика СССР / Под науч. рук. проф. В. И. Вейца. — Л.: Изд-во АН СССР, 1934. — 744 с.

8. Организация управления районной электрической станцией // Электрические станции. 1933. № 7. С. 1 – 5.

9. Организация труда на электростанциях // Тепло и сила. 1935. № 3. С. 1 – 3.

10. Шершов С. Ф. Об организационной структуре и штатах электрических станций // Электрические станции. 1947. № 1. С. 15 – 21.

11. Дуб Б. И. О штатах энергетических сетей // Электрические станции. 1947. № 10. С. 7 – 14.

12. Лошак Б. О. О штатах электрических станций Главцентрэнерго // Электрические станции. 1947. № 10. С. 15 – 19.

13. Хозовский И. Л. Переход к бесцеховой структуре на электростанциях // Электрические станции. 1960. № 11. С. 32 – 36.

14. Георгиев С. Г. Функциональная структура управления ТЭС «Варна» (НРБ) // Энергетик. 1976. № 10. С. 22 – 23.

15. Норейка П. М., Саркисов М. А. Об одной из актуальных проблем совершенствования управления в энергетике // Электрические станции. 1985. № 2. С. 6 – 8.

16. Некрасов А. С., Синяк Ю. В., Узяков М. Н. Электроэнергетика России: экономика и реформирование // Проблемы прогнозирования. 2001. № 5. С. 12 – 48.

17. Kralja A., Žagarb T. Labor Productivity Comparison in the Energy Sector: An Economic Perspective. — URL: <https://clck.ru/3PC8BF>.

18. Сведения о среднемесячной заработной плате за период с 1960 года по июнь 1997 года. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/901818727>.

19. Kalantzis F., Niczyporuk H. Labour productivity improvements from energy efficiency investments: The experience of European firms // Energy. 2022. Vol. 252. Paper 123878.

20. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике. URL: <https://clck.ru/3PC8FG>.

21. Сведения о заработной плате работников в организациях по категориям персонала и профессиональным группам. — URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/60671>

22. Труд и занятость в России. Статистический сборник. — М.: Росстат, 2023. — 180 с.

23. Об утверждении Методики расчета показателя «Индекс производительности труда». Приказ Минэкономразвития РФ № 274 от 28.04.2018. — URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/pr274-280418\[3\].pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/pr274-280418[3].pdf).

24. Текучесть кадров рабочих специальностей — одна из ключевых проблем российской электроэнергетики. — URL: <https://www.eprussia.ru/news/base/2021/8528746.htm>.

25. Энергетика теряет кадры. — URL: <https://tulaprof.ru/2024/06/20/энергетика-терять-кадры/>.

26. Выпускники высшего образования на российском рынке труда: тренды и вызовы. — М., 2022. — URL: <https://clck.ru/3PC8LB>.

27. Выпускники среднего профессионального образования на российском рынке труда. — М., 2023. — URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/828579561.pdf>.

28. Гительман Л. Д., Ратников Б. Е. Энергетические компании. Экономика. Менеджмент. Реформирование. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2001.

29. Болдырев В. М., Гительман Л. Д., Сиданов И. А. Экономика, организация и планирование на АЭС. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 254 с.

30. Костюк Р. И. Опыт внедрения бесцеховой структуры управления / Р. И. Костюк, А. В. Чугин, К. В. Бабкин, М. С. Цветков // Энергетик. 2014. № 7. С. 49 – 56.

31. Чугин А. В. Опыт внедрения дубль-блока ПГУ-200 Юго-Западной ТЭЦ / А. В. Чугин, М. С. Цветков, Р. И. Костюк, К. В. Бабкин, В. А. Биленко, К. А. Молчанов, В. В. Федун, В. Г. Разогреев // Электрические станции. 2014. № 2. С. 16 – 23.

32. Павлов В. А. Бесцеховая организационно-производственная структура управления — основа и гарантия надёжной и безопасной эксплуатации электростанции // Энергетик. 2012. № 9. С. 2 – 4.

33. Power plant operators, distributors, & dispatchers. Detailed occupation. — URL: <https://datausa.io/profile/soc/power-plant-operators-distributors-dispatchers>.

34. United States Energy & Employment Report 2024. — URL: <https://clck.ru/3PC8Nu>.

35. Типовые укрупнённые нормативы численности персонала основной деятельности (промышленно-производственного персонала) атомных станций с реакторами типа ВВЭР, РБМК-1000 и БН-600. — URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293832/4293832033.htm>.

36. World Energy Employment 2022. — URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-employment-2022/overview>.

37. Czako V. Employment in the Energy Sector Status Report 2020. — URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC120302>.

38. Гительман Л. Д. Междисциплинарные компетенции менеджеров для технологического прорыва / Л. Д. Гительман, А. П. Исаев, Кожевников М. В., Гаврилова Т. Б. // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2022. № 3. С. 182 – 198.