



Л. Д. Гительман



М. В. Кожевников

DOI: 10.34831/EP.2023.95.12.001
УДК 621.311

О неотложных изменениях в подготовке менеджеров и инженеров для новой энергетики

ГИТЕЛЬМАН Л. Д., доктор эконом. наук; ldgitelman@gmail.com
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

В статье изложены результаты исследования, доказывающие отсутствие компетенций высококвалифицированных кадров для модернизации отрасли на основе прогрессивных научно-технических достижений с целью создания электроэнергетики нового типа и перехода к углеродно-нейтральному производству. Показано, что решение данной проблемы требует пересмотра парадигмы профессионального образования в части: 1) усиления междисциплинарности — развития технико-экономического мышления и соответствующих компетенций; 2) повышения роли фундаментальных знаний, необходимых в инновационной деятельности при принятии решений в условиях повышенных рисков и неопределённости; 3) организации опережающего обучения, существенно активизирующего инновационный процесс. Приведено сравнение эмпирических данных по результатам экспертных оценок, полученных авторами в период с 2013 по 2023 годы, которые демонстрируют значительные изменения в понимании актуальности задач в работе специалистов, появление у них новых видов деятельности, обуславливающих соответствующие методы и содержание обучения. В разделе «Дискуссия» внимание привлечено к обсуждению вопросов возрождения в вузах инженерно-экономических факультетов (кафедр), организации подготовки студентов на базе специалитета с повышением значимости практики и магистратуры с усиленным проектно-исследовательским компонентом, решения проблемы дефицита квалифицированных преподавателей.

Ключевые слова: новая энергетика, подготовка менеджеров и инженеров, технологический прорыв, модернизация, технико-экономическое мышление, опережающее обучение, энергетический переход, компетенции, междисциплинарность.

Элите кадрового состава электроэнергетики — менеджерам и инженерам — придётся решать задачи, связанные с масштабной модернизацией отрасли, энергопереходом, созданием и эксплуатацией интеллектуальных производств и интернета энергии. При этом резко актуализируются компетенции действий на опережение [1]. На первый план выходят предвидение изменений контекста, сценарии и прогнозы будущего энергетического бизнеса, что в свою очередь определяет критическую важность наукоёмкой сервисной поддержки развития отрасли — цифровой инфраструктуры, которая обеспечивает внедрение интегрированных решений, но при этом находится на самых начальных этапах своего формирования [2].

Всё это уже происходит на фоне острой геополитической напряжённости, беспрецедентного санкционного давления, усиливающих общую нестабильность и хаотичность функционирования

и развития электропотребляющих систем экономики. С другой стороны, возрастают требования потребителей энергии, инвесторов, общества в целом к надёжности энергоснабжения, прозрачности ценообразования, снижению экологической нагрузки на окружающую среду [3].

Известные проблемы высшего профессионального образования специалистов для электроэнергетики [4, 5] становятся сегодня значимым барьером и, что особенно критично, тормозят инновационное обновление технологической базы отрасли. Среди них:

- игнорирование интегрированных взаимосвязей перспективных технологий и организационных систем, воплощающих их в производстве, на рынках энергии и капитала, в финансовых результатах бизнеса;

- непонимание сложной, искусственной конструкции энергетического рынка и той специфики энергетическо-

го производства, которая определяет его экономическую эффективность;

- неумение осмыслить множество разнородных данных контекста, увидеть тенденции и выстроить целостную картину предстоящих изменений;

- игнорирование интересов различных заинтересованных субъектов, влияющих на развитие электроэнергетики.

В то же время не вызывает сомнений, что социальная ответственность электроэнергетики как инфраструктурной отрасли жизнеобеспечения будет возрастать, конкуренция — ужесточаться, перемены — ускоряться, а дефицит знаний — увеличиваться [1, 6].

Целью исследования, результаты которого излагаются в статье, является идентификация проблем, угрожающих отраслевому развитию, в части подготовки менеджеров и инженеров нового поколения для выработка решений, соответствующих мировым трендам трансформации электроэнергетики.

Подчеркнём, что в рамках данной статьи вопросы собственно инженерной подготовки не рассматриваются; в фокусе статьи — чрезвычайно актуальные в настоящее время вопросы междисциплинарных знаний инженеров: взаимосвязей конечных результатов энергетического бизнеса с техническими системами и процессами.

Исследование охватывает десятилетний период, отдельные результаты были апробированы в более, чем 60 публикациях и докладах на многочисленных российских и международных конференциях, обсуждались в специальном цикле научных семинаров Уральского федерального университета, в том числе с участием практикующих специалистов — топ-менеджеров крупнейших энергетических компаний РФ (ПАО «Т Плюс», ПАО «Россети», АО «БЭСК», ООО «Башкирэнерго»). Они инициировали развёртывание на кафедре систем управления энергетикой и промышленными предприятиями научного направления «Упреждающее управление в активно развивающихся отраслях и секторах экономики».

Информационной базой послужили опросы руководителей и специалистов энергокомпаний, профессоров и преподавателей университетов (всего более 200 респондентов), проведённых авторами, анализ результатов которых в динамике с 2013 по 2023 годы позволил выявить изменения мнений экспертов в части наиболее дефицитных знаний, в которых ощущают потребность работники энергетической отрасли, а также определить эталонную структуру и контент соответствующих образовательных программ. Кроме того, был выполнен анализ более 40 авторитетных научных публикаций и аналитических отчётов, систематизация и обобщение которых позволили верифициро-

вать авторские выводы, сформулировать практические рекомендации.

Недостатки профессионального образования

В большинстве российских вузов подготовка менеджеров по содержанию и методам мало чем отличается для торговой фирмы, швейной фабрики, энергетической или металлургической компании. Однако очевидно, что вне конкретных технологий, бизнес-процессов, отраслевых рынков невозможно качественное обучение, демонстрирующее влияние прогрессивных технологических и организационных решений на конкурентоспособность, внедрение цифровых инструментов и лучших практик инновационной деятельности. Более того, лишается практического смысла сама постановка вопроса о резком повышении роли науки в учебном процессе.

Результаты многочисленных опросов руководителей энергетических предприятий показывают, что среди недостатков управленческого образования на одном из первых мест практически всегда указывается слабое знание выпускниками отрасли, происходящих преобразований в её технологической базе, организации производства, рынках энергии. Такой же вывод можно сделать и по поводу инженерного образования: общая «захлапленность» учебного плана курсами, не имеющими отношения к профессии, фрагментарность специализированных дисциплин, острая нехватка практики не позволяют в целомном виде сформировать представление о производственном контуре, не говоря уже о его связях с другими системами энергопредприятия и отрасли.

Более того, занятия, проводимые авторами в течение многих лет с сотнями руководителей и специалистов, получивших инженерное образование на кафедрах энергетического профиля, показали неудовлетворительную *техничко-экономическую подготовку и наличие серьёзных пробелов в знаниях экономики и организации энергетики*. Многие не владеют базовыми понятиями (себестоимость и тарифы на энергию, состав оборотных средств, амортизационная политика, стратегия энергокомпании и т.п.), не представляют конфигурацию и структуру графиков электрической нагрузки энергосистем и методы их выравнивания; не знают факторы, определяющие удельные капиталовложения в электростанции и электросетевые объекты. Подобная ситуация складывается и по вопросам энергоэкономической эффективности производства, балансов активной и особенно реактивной мощности, экономики теплотехники.

Характерно, что многие современные инженеры-энергетики не знают показатели готовности оборудования

энергообъекта к несению нагрузки, имеющими аналитическую, оценочную и стимулирующую функции. Например, такой известный показатель как коэффициент эффективности использования установленной мощности электростанции является для них «terra incognita»¹. То же самое можно сказать и в отношении оценочных показателей качества выполненных ремонтных работ на электростанциях и сетевых предприятиях [7].

Особенно недостаток знаний отрасли проявился в понимании тех изменений, которые происходили вследствие либерализации и организации энергетических рынков. Несмотря на периодические корректировки концептуальной модели рынка, разработчики вновь и вновь наталкиваются на неизвестные им инженерно-технологические, технико-экономические и социальные ограничения, которые ранее они не предвидели. В результате «конкурентный оптовый рынок электроэнергии» лишь имитирует конкуренцию и не способен стимулировать капиталовложения. Провалился эксперимент с выводом ремонтного обслуживания на рынок: энергопредприятия получили рост цен со снижением качества услуг.

Как следствие, финансовый и технический контур управления энергокомпаниями функционируют практически автономно; при этом финансовый менеджмент приобрёл первостепенное значение, что привело к определённой деградации инженерного корпуса отрасли во всех областях деятельности — от проектирования до эксплуатации и ремонта [8]. Конечно, это затрудняет инновационное развитие отрасли.

В этой связи конкретизируем понятие «техничко-экономическая подготовка специалистов в электроэнергетике» как приобретение профессиональных знаний, необходимых для принятия инженерно-технических и организационных решений и оценки их экономических последствий в сферах производственной, природоохранной и финансовой деятельности энергопредприятий с учётом режимных факторов. Данные знания формируют две группы компетенций.

Инженерно-экономические компетенции — способности оценки экономической эффективности создания новых инженерно-технических систем и их эксплуатации. Владение этими компетенциями — непереносимое условие работы менеджеров и инженеров в инновационных проектах; разумеется, объём и состав соответствующих знаний у них отличается.

Инженерно-управленческие компетенции — способности организовывать

активный инновационный процесс и управлять жизненным циклом технологических систем, совершенствовать внутренние и внешние коммуникации, работу с персоналом, определять приоритеты распределения ресурсов.

Указанные компетенции определяют потребность в специфическом *техничко-экономическом мышлении* персонала, которое находит применение в следующих действиях.

1. Любое инженерно-техническое решение всесторонне обосновывается экономически. Причём это обоснование учитывает последствия (риски) для интересов субъектов, непосредственно затрагиваемых данным решением с особым акцентом для потребителя энергии.

2. Организационно-экономические проекты проходят экспертизу на адекватность технологическим особенностям отрасли и механизмам её регулирования.

3. Технические решения общепромышленного значения при необходимости сопровождаются применением искусственных механизмов экономического стимулирования (экологически чистая энергетика, пиковые ГАЭС и др.).

4. Техничко-экономический менталитет корреспондируется с природоохранной, прежде всего через стоимостные оценки экологических последствий и нормативные требования к энергообъектам.

Что касается инженерного образования, которое в большинстве имеют руководители низового и среднего звена электростанций и предприятий электрических сетей, то можно дополнительно выделить его специфические недостатки, проявляющиеся в процессе работы.

Они руководят (выполняют менеджерские функции) как правило на уровне интуиции и методом проб и ошибок. Поэтому важно уже на студенческой скамье будущим инженерам осваивать современные концепции менеджмента, его профессиональные инструменты, знания системного управленческого мышления.

Они видят свою главную функцию в совершенствовании только самого технологического процесса, не уделяя должного внимания персоналу, мотивационным инструментам, эффективным коммуникациям — это чрезвычайно важно, особенно в работе с молодёжью. В результате возникает непонимание сути работы функциональных служб, конфликты между подразделениями.

Они приучены к иерархии, жёстким рамкам уже на стадии получения профессионального образования. На практике данный феномен повторяется: всё спускается сверху — план, жёсткие требования, регламенты, денежные средства для стимулирования. Как образно

¹ Terra incognita (лат.) — дословно «неизвестная земля», в данном случае используется для обозначения неизвестной области знаний.

охарактеризовали ситуацию руководители одной из энергокомпаний, «пряник у нас забрали наверх, а кнут перестал действовать — рабочий сразу подаёт заявление и уходит». В сочетании с проблемой отсутствия стоимостного мышления и ориентации на бизнес-результаты менеджер не способен принимать нестандартные решения в условиях ограниченных ресурсов.

В этом отношении заметим, что в ведущих зарубежных университетах и высокотехнологичных компаниях формирование стоимостного, предпринимательского мышления уделяется большое внимание [9, 10]. Отсутствие таковых на практике не позволяет «собрать» единую команду менеджеров и инженеров, а на уровне разрыва в понятийном языке приводит к конфликтам и снижает эффективность инновационной деятельности.

Модернизация актуализирует новые компетенции

Модернизация призвана решать три задачи, обеспечивающие трансформацию отрасли в электроэнергетику нового типа, соответствующую современным реалиям: обновление основного капитала на базе прогрессивной техники и обеспечение необходимого уровня энергетической безопасности территории; экономия природного газа, используемого в качестве энергетического и технологического топлива, и реализация энергетического перехода с основной целью — нейтрализации климатических и экологических угроз. С другой стороны, сам энергопереход как процесс уникального общественного значения служит мощным стимулом такой модернизации [11–13].

Модернизация будет проходить в условиях становления импортозамещающих производств в энергомашиностроении, электротехнической и микроэлектронной промышленности, а также в отсутствии достоверной информации о будущих объёмах поставок и ценах на природный газ (зависящих от перенаправления экспортных потоков). Это вносит неопределённость в управленческий процесс и повышает риски замедления модернизации и недополучения её целевых результатов.

Инновационный прорыв — это высшая по охвату и глубине форма модернизации электроэнергетики, инициированная переходом к низкоуглеродной экономике. Прорыв выражается в массовом переводе инноваций, признанных перспективными, из опытно-промышленной сферы в сферу коммерческого использования в разных регионах и секторах системной и малой генерации. Приоритетными направлениями инноваций являются в электрогенерирующем комплексе — развитие малой энергетики в распределительных сетях, сооружение АЭС и ВИЭ, а также техпе-

ревооружение ТЭС на газе и угле на основе ПГУ, а в электропотребляющем комплексе — массовый запуск программ управления спросом на энергию и мощность.

При подготовке квалифицированных кадров для инновационного прорыва ситуация многократно обостряется в связи с отсутствием *необходимых знаний в систематизированном виде*.

Резюмируя изложенное, конкретизируем виды деятельности в электроэнергетике, активно появляющиеся в связи с модернизацией [6, 14, 15].

1. Организация инновационного процесса и внедрение технологических решений в соответствии с национальной, региональной и корпоративной программами модернизации.

2. Внедрение активных форм взаимодействия с потребителями энергии и поставщиками передовой техники.

3. Перестройка организационных структур под актуальные отраслевые и бизнес-задачи (цифровизация и автоматизация на основе IT-систем, управление портфелями проектов, организация наукоёмкого сервиса и др.).

4. Развитие объектов малой энергетики (распределённой генерации).

5. Подготовка кадров и команд для радикальных преобразований.

В соответствии с этими видами деятельности формируются *новые области компетенций менеджмента*:

- идеология системной модернизации в электроэнергетике (цели, задачи, стратегия осуществления с учётом специфики региона дислокации энергокомпании);

- функции и задачи энергокомпании в соответствии с её участием в национальной программе модернизации; формы взаимодействия энергобизнеса с государственными структурами в части научно-методического сопровождения: проектного, инвестиционного и технического;

- механизм обеспечения энергетической безопасности территории;

- интеллектуальные цифровые технологии управления процессами потребления, производства и передачи электроэнергии;

- технические, экономические, финансовые и экологические характеристики прогрессивных технологических инноваций (ветроэнергетические установки с улучшенными весогабаритными и аэродинамическими характеристиками в расширенном диапазоне установленной мощности; АЭС с реакторами повышенной безопасности и экономичности, обладающими свойствами самозащищённости и саморегулирования; ПГУ угольных ТЭС с очисткой дымовых газов от CO₂; прогрессивные способы транспорта электроэнергии, снижающие технологические потери и увеличивающие пропускную способность электрических сетей);

- рынки наукоёмкого энергетического оборудования в соответствии с производственным профилем энергокомпании (объёмы и структура предложения, производители, технико-экономические параметры, цены);

- технико-экономические показатели основных видов энергосберегающей и электротермической техники, актуальные для промышленных предприятий региона, включая оценки экономии электроэнергии и топлива от их применения (электродвигатели с повышенным КПД и электронной системой регулирования, индукционные электропечи, замещающие кольцевые газовые);

- управление спросом на энергию и мощность;

- прогрессивные формы взаимодействия энергокомпании с производителями новой техники в области обеспечения жизненного цикла оборудования.

Интерес представляет направленность изменений за последнее десятилетие состава областей наиболее актуальных знаний по мнению самих менеджеров. Можно отметить, что сегодня на первый план выходят знания прогрессивных IT-систем, инструментов разработки сценариев развития бизнеса, инновационных бизнес-моделей и, что особо важно, опережающей подготовки кадров (рис. 1). Десять лет назад набор отмечаемых респондентами знаний был совсем другим: они имели более «традиционный» характер и касались повышения компетентности в классических управленческих функци-



Рис. 1. Знания, в которых ощущают потребность менеджеры

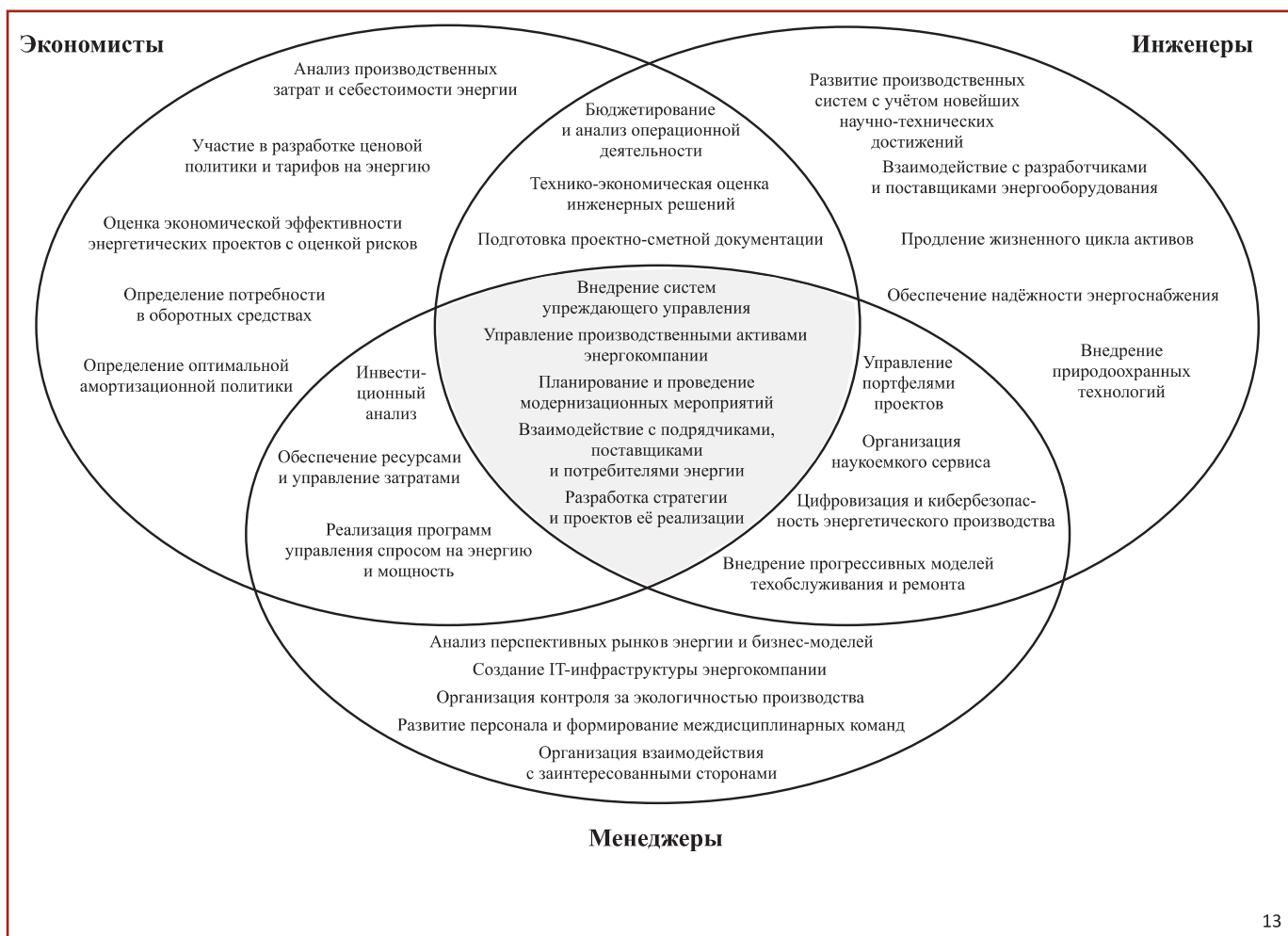


Рис. 2. Границы междисциплинарных областей

ях (повышение экономической эффективности энергокомпании, коммуникации с руководством).

При этом если раньше около половины респондентов отмечали, что профессиональный руководитель энергокомпании должен иметь инженерное образование, то сейчас 82 % опрошенных экспертов констатируют, что *нужен компромисс* — совмещение управленческой и инженерной подготовки. Консенсус гласит: менеджер должен хорошо знать основы инженерии и энергетических технологий, но при этом обладать и широким масштабом взгляда на проблемы, умением анализировать тренды и оценивать экономические последствия наступления тех или иных событий, обладать знаниями в области управления персоналом, финансов, IT-систем.

Междисциплинарные решения объединяют менеджеров и инженеров

В период сверхдинамичных перемен особо необходима серьёзная фундаментальная подготовка специалистов. Однако возникает вопрос, о каких фундаментальных знаниях, их содержании и глубине изучения идёт речь? Не сле-

дует ли обратить внимание на освоение широкого спектра знаний, необходимых для успешной деятельности в условиях неопределённости и изменчивости внешней среды? В ведущих зарубежных университетах активно развёртываются исследования и обучение менеджеров таким вопросам, как системная инженерия, технологии будущего, устойчивость и адаптивность сложных систем, сетевые технологии и распределённые архитектуры, наука о данных, концептуальное проектирование, управление хаосом, самоорганизация. К сожалению, в этом отношении наша страна отстаёт и поэтому рискует остаться в «догоняющем» режиме.

Новизна непрерывно возникающих задач, необходимость их осмысления и систематизации, учёта многочисленных требований актуализирует *междисциплинарные компетенции*, имеющие решающее значение в достижении стратегических целей инновационного прорыва (рис. 2): уже рассмотренные ранее инженерно-управленческие и инженерно-экономические компетенции, а также сверхактуальные компетенции упреждающих действий.

Компетенции упреждающих действий определяются авторами как способности предвидеть изменения трендов

и контекста, прогнозировать будущее организации и на основе этого вырабатывать решения по адаптации систем и бизнес-процессов к предполагаемым и непредсказуемым событиям [1]. Данные компетенции отличаются ярко выраженной междисциплинарностью, ведь главным фактором развития являются технологии, их взаимосвязь с экономическими результатами энергетического производства.

Можно уверенно предположить, что тенденция к междисциплинарности будет усиливаться по мере нарастания потока новых сложных задач, дифференциации и интеграции знаний [16]. При обучении менеджеров важно не только продемонстрировать возможности междисциплинарной методологии как способа организации командной деятельности для всестороннего анализа ситуации и повышения эвристической эффективности, но и наделить их арсеналом соответствующих инструментов принятия решений [17].

Однако следует отметить, что цели и методы междисциплинарной подготовки менеджеров разных должностных уровней различаются между собой. Так, для менеджеров нижнего и среднего уровня наиболее важным является усвоение взаимосвязей между системами

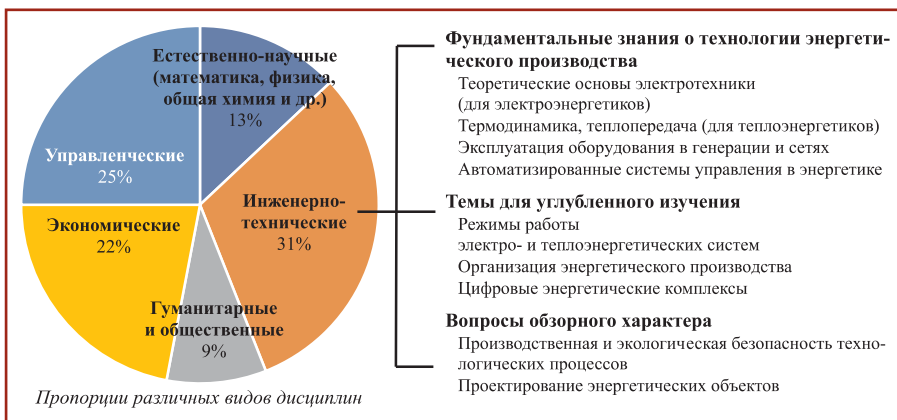


Рис. 3. «Эталонная» структура образовательной программы для менеджеров электроэнергетики



Рис. 4. Пример визуализации взаимосвязи «техника — финансы» в электроэнергетическом производстве

управления и умение решать нетиповые задачи. В приоритете для топ-менеджеров — формирование комплексного видения будущего, развитие компетенций масштабных преобразований, управление человеческим капиталом, трансформация стратегических приоритетов [18].

Главная функция междисциплинарных образовательных программ — формирование целостного видения взаимосвязей процессов и алгоритмов действий из разных научных областей и учебных дисциплин.

На рис. 3 показана «эталонная» структура образовательной программы для подготовки менеджеров энергетики, разработанная авторами на основе результатов экспертного опроса. Обращает на себя внимание относительная сбалансированность данной структуры в части пропорций инженерно-технических (31%) и экономико-управленческих (47%) курсов без явного «перекоса» в пользу какого-то конкретного дисциплинарного блока. При этом программа должна содержать также есте-

ственно-научные, гуманитарные и общественные дисциплины, обогащающие контент и работающие на формирование широкого кругозора и мировоззрения студентов. Их совокупный объем не превышает 20% — при неоспоримой значимости данных вопросов для высшего образования приоритет отдаётся профильным дисциплинам.

Междисциплинарный подход в рассматриваемом контексте обусловлен технико-технологической уникальностью процесса электроснабжения, которая находит выражение в таких специфических понятиях, как энергия и мощность; электроэнергетическая система; резервы генерирующих мощностей; режимы производства и потребления электроэнергии; надёжность электроснабжения и готовность энергооборудования к несению нагрузки; КПД энергоустановок; система организации ремонта энергообъектов.

В результате учёта этих уникальных особенностей формируются три ключевые вида междисциплинарных взаимосвязей.

1. «Техника — экономика»: от готовности к тарифам. Готовность к несению нагрузки является ключевым понятием, определяющим требования к качеству эксплуатации электростанций и сетевых предприятий. Проблема готовности связана с такой особенностью энергоснабжения, как совмещение во времени процессов производства, передачи и потребления энергии. Затраты на обеспечение готовности входят в состав постоянных издержек, зависящих от установленной мощности энергопредприятия (ремонт, затраты эксплуатационного персонала и др.). Они возмещаются потребителями с помощью двухставочных тарифов, включающих отдельную плату за мощность (нагрузку). Важно, что эта мощность оплачивается независимо от объёма потреблённой энергии (вторая часть тарифа даже, когда этот объём равен 0. Таким образом, технологические особенности энергетического производства влияют на обоснование модели цены на электроэнергию.

2. «Техника — финансы»: от КПД к прибыли. Коэффициент полезного действия энергоустановок (агрегатов) служит основным показателем технической эффективности энергообъектов. Он определяет важную технико-экономическую характеристику — удельный расход топлива на ТЭС. В свою очередь, от удельного расхода зависит такой уже общеэкономический показатель, как топливная составляющая издержек производства на ТЭС и АЭС. Учитывая, что, например, на ТЭС затраты на топливо составляют до 70% общих издержек, можно сделать заключение об определяющем влиянии этого элемента на прибыль энергопредприятия — основной финансовый результат производства. Так складывается цепочка связей «техника — экономика — финансы» (рис. 4).

3. «Техника — экология»: от топлива к атмосферной эмиссии. Вид первичного энергоресурса (ВИЭ, органическое и ядерное топливо) — первооснова любой технологии энергетического производства. От вида топлива и его качественных характеристик непосредственно зависит влияние электростанции на загрязнение атмосферы. Также важное значение в отношении удельных и абсолютных объёмов выбросов имеют КПД энергоустановок и применяемая технология сжигания топлива, включая его специальную подготовку, конструкцию топков парогенераторов и очистку уходящих газов. Таким образом, осуществляется связь между техническими особенностями топливоиспользования и экологической эффективностью производства.



Рис. 5. Структура учебно-тренировочного комплекса

На повестке — опережающее обучение: авторский опыт

Опережающее обучение в отличие от традиционного ориентировано на формирование другого масштаба видения, способностей системно учитывать различные отраслевые, рыночные и технологические контексты, использовать инструменты ранней диагностики угроз и возможностей, применять междисциплинарный анализ и концептуальный проектный синтез, думать и действовать стратегически, предупреждая возникновение кризисных явлений и обеспечивая устойчивое развитие бизнеса, энергокомпании и отрасли в обозримой перспективе.

При этом создание привлекательной исследовательской среды и соответствующей инструментальной базы для вовлечения студентов в полный цикл инновационного процесса — один из первых шагов в построении системы опережающего обучения [14, 19]. Таким образом, опережающее обучение невозможно, это следует подчеркнуть особо, без интегрированной в образовательный процесс целевой *научно-исследовательской компоненты*: получение знаний и компетенций через контент-анализ, мониторинг научно-тех-

нических достижений, прогнозы структурных изменений в экономике.

Авторами разработаны инструменты опережающего обучения, успешно апробированные как в программах высшего образования (бакалавриат и магистратура), так и при работе с бизнес-структурами в рамках корпоративного обучения [14]. Наиболее актуальные решения, активно внедряемые сегодня на кафедре систем управления энергетикой и промышленными предприятиями УрФУ, приведены в табл. 1.

Интегрирующей технологией, организующей освоение необходимых компетенций, является специализированный учебно-тренировочный комплекс кафедры, реализующий метод «обучения действием». Его использование позволяет имитировать реальную управленческую деятельность за счёт выявления проблем конкретной энергокомпании (энергосистемы региона), трансформации их в проектные задачи, стимулирования активной проектной работы команд за счёт специализированных цифровых сервисов (рис. 5).

Специальный механизм для реализации опережающего обучения в нашей концепции включает:

- научное направление и программу НИР, нацеленную на предвидение

возникающих вызовов, угроз, перспективных видов деятельности и компетенций;

- методологию, интегрирующую исследования, проектирование и лучшие практики с демонстрацией результатов видения будущего;
- комплекс дисциплин для фундаментальной подготовки, способствующих формированию системного видения изменений в профессии;
- регламент оперативной корректировки содержания учебных дисциплин и проектной работы на основе оперативного трансфера научных результатов в образовательные программы;
- высокотехнологичную организацию и сервисное сопровождение учебного процесса, актуализирующих образовательные продукты «под новые задачи».

Дискуссия

Среди дискуссионных вопросов в рассматриваемой теме по мнению авторов требуют обсуждения в профессиональном сообществе следующие положения.

1. Во многих вузах с инженерными институтами (факультетами), по существу, ликвидированы (или ставятся в условия, препятствующие нормальной ра-

Таблица 1

Примеры технологий опережающего обучения

Технология	Назначение	Результат применения
Конвейер непрерывного наращивания компетенций	Реализация индивидуальных траекторий профессионального или карьерного развития сотрудников энергокомпании на основе прохождения цикла взаимосвязанных программ дополнительного образования, магистратуры, аспирантуры	Целевая подготовка специалистов для разных должностных уровней, позволяющая управлять развитием кадрового резерва
Работа с цифровой базой знаний	Организация самообучения на платформе, включающей оцифрованные учебные материалы в области экономики, менеджмента, инженерии. Ресурсы систематизированы по тематическим темам, соответствующим профессиональным интересам пользователей	Фокусировка теоретической подготовки студента на выполнение конкретных проектных задач
Подготовка команд прорыва	Создание на энергопредприятии в короткий срок междисциплинарной команды менеджеров, инженеров, экономистов, IT-специалистов для выполнения сверхсложных проектов преобразований	Проекты внедрения прорывных инноваций в производстве и управлении, обеспечивающие устойчивое развитие бизнеса

боте и развитию) кафедры отраслевых экономик и управления: машиностроения, энергетики, металлургии, нефтехимии, строительства — уникальных центров компетенций. Делается это в угоду требований так называемой «менеджеризации» в образовании, когда ради снижения затрат унифицируются учебные планы по составу дисциплин, укрупняются лекционные потоки, сокращаются преподаватели. Однако эта незначительная экономия затрат приводит к значительным потерям в качестве подготовки управленцев для реального сектора экономики и создаёт их острый дефицит в высокотехнологичных отраслях.

Важно понимать, что не только менеджмент электроэнергетики лишается уникальных компетенций, но и инженерные институты (факультеты, кафедры) — передачи в обучении знаний квалифицированных преподавателей экономики и менеджмента, роль которых при модернизации, достижении технологического суверенитета, развитии рыночных отношений резко возрастает.

На качестве обучения негативно отражается преподавание в одном потоке управленческих дисциплин для разных отраслевых специализаций. Различия в организации отраслей, управлении производственными процессами, в методах ценообразования, объектах и методологии маркетинга, стратегическом управлении, даже управлении персоналом столь существенны, что просто невозможно содержательно рассматривать экономические и управленческие вопросы, например, в энергетике, атомной промышленности, металлургии, строительстве. Тем более невозможно при этом показывать всё более усиливающиеся междисциплинарные взаимосвязи результатов деятельности промышленных комплексов (экономической, экологической, обеспечения безопасности и др.) с новейшими технологиями, без учёта которых инноваци-

онные управленческие решения не могут приниматься.

Неспроста сами руководители отмечают, что среди основных «пробелов» в их работе — отсутствие компетенций организации инновационного процесса и недостаточная подготовленность для работы в команде и проектах развития (рис. 6).

Эти данные коррелируются с мнением ряда других авторов, которые отмечают дефицит профессионалов, понимающих производственный процесс «от начала и до конца и вследствие этого способных импровизировать при решении задачи, выходящей за рамки шаблона» [20]. Чрезвычайно трудно найти менеджеров, знающих специфику энергетического инжиниринга и способных управлять жизненным циклом проекта (объекта) [21]. Ни целевое обучение от предприятий, ни корпоративные программы переподготовки после вуза, ни провозглашённые на уровне Правительства РФ специализированные инженерные школы пока проблемой не решают [22, 23].

2. Большой проблемой, требующей неотложной реакции, является недостаточное время, выделяемое на практику студентов инженерных и управленческих специальностей. Так, выпускники направления «Менеджмент», которые в своей профессиональной деятельности должны решать задачи, зачастую отличающиеся дефицитом знаний, принимать комплексные решения в областях технологического развития, привлечения инвестиций, работы с людьми, создания IT-инфраструктуры, фактически лишены возможности знакомства с реальным производством — объём часов, выделенных им на практику, составляет меньше 4 % часов учебного плана. С подготовкой инженеров дело обстоит ненамного лучше — для специалиста, работающего со сложнейшими технологическими энергокомплексами, объём практики — не более 5 % часов учебного плана, выглядит явно недостаточным.

В этой связи уместно привести опыт зарубежных университетов, в которых практика, как правило, организуется в двух формах: стажировки на предприятии, которая может проходить в течение полного семестра, или, что реализуется чаще, проектного интенсива буквально с первого курса; при этом последний год обучения может целиком быть отведён на выполнение студентами проектов под руководством менторов из вуза и бизнеса [24]. Такой подход реализуется, например, в Стэнфордском университете (США), Исследовательском университете Dalhousie University (Канада), Университетском колледже Лондона (Великобритания) [18]. Практика студентов занимает не менее 20–25 % учебного плана, и чем более инновационной является будущая сфера деятельности студента, тем больше практики предусматривается в учебном плане.

3. Необходимость усиления фундаментальной подготовки, как менеджеров, так и инженеров, не оспаривается никем. Но предметом дискуссии является набор дисциплин и тем, составляющих её контент. По мнению авторов, такая подготовка должна быть направлена на формирование знаний в части методологии упреждающего управления, научно-технологических основ производств и технологий будущего, видения профессиональной деятельности и тех изменений, которые будут в ней происходить вследствие внедрения новых технологий — технических, организационно-экономических, социальных.

При подготовке магистров менеджмента в программах «Энергетический бизнес» и «Управление инновациями в цифровой экономике» авторами уже более семи лет реализуются дисциплины, нацеленные на освоение студентами таких знаний. В их числе «Менеджмент энергетики, действующий на опережение», «Междисциплинарные взаимосвязи энергетики», «Наукоёмкие энергетические технологии». Введён оригинальный курс «Системная инже-

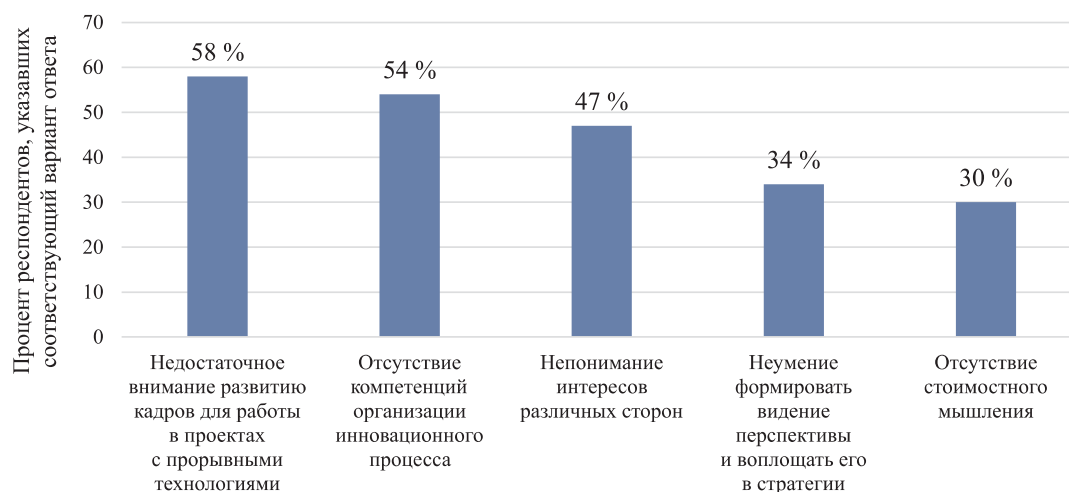


Рис. 6. Главные барьеры в работе руководителей: результаты опроса практикующих менеджеров

нерия для менеджеров», формирующей у магистров системное мышление и компетенции выработки интегрированных решений на протяжении жизненного цикла сложных проектов.

4. Становится очевидным: «уместить» необходимые менеджеру знания в объём программы бакалавриата практически невозможно. За четыре года не удаётся качественно освоить как необходимые фундаментальные, так и профильные курсы, получить должную практическую подготовку. Полагаем, что для таких сверхсложных отраслей как электроэнергетика, нефтегазовая и атомная промышленность, аэрокосмический комплекс целесообразно осуществлять подготовку в рамках специалитета (5 лет) и магистратуры (1,5–2 года с усиленными научно-исследовательскими и проектными составляющими).

Дизайн соответствующих образовательных программ может быть выполнен по опыту набирающей популярность в мире модели STEM (Science — Наука, Technology — Технологии, Engineering — Инженерия и Mathematics — Математика) [25, 26]. STEM — это концепция междисциплинарного проблемного обучения, вовлекающего студентов в деятельность, связанную с инжинирингом технологических систем; решение задач конкретных отраслей на основе применения фундаментальных знаний о природе и законов технологического развития; командную и индивидуальную работу над проектами высокой неопределённости.

5. Технологический прорыв, освоение импортозамещаемого энергооборудования невозможны без тесного научно-технического сотрудничества энергокомпаний (сферы эксплуатации) и разработчиков новых видов энергетической техники с актуальными техническими, экономическими и экологическими параметрами; технологического сопровождения поставляемого оборудования на протяжении нормативного срока службы (особенно в период освоения головных образцов или продления срока полезного использования [27]). Поэтому критически важной проблемой, требующей решения в приоритетном порядке, является подготовка образовательных программ для менеджеров и инженеров ускоренно формирующегося сектора наукоёмкого сервиса, выполняющего важнейшую функцию научно-технической поддержки процессов создания и претворения в жизнь прогрессивных инженерных идей и концептуальных разработок. Данный сектор интегрирует новейшие достижения и экономические интересы энергомашиностроения, электротехнической промышленности, исследовательских, инжиниринговых и проектных организаций, IT-индустрии, а также образовательных структур, осуществляющих опережающее обучение [2, 28, 29].

Выводы

Становится нетерпимым явно недостаточный профессиональный уровень менеджмента для эффективного руководства обновлением технической базы электроэнергетики и активной работы с потребителями энергии по управлению спросом на быстро изменяющихся рынках. Любые управленческие и инженерные решения должны быть адекватными уникальной технологической специфике энергетического производства и учитывать необходимость синхронного развития технической, экологической, экономической и финансовой сфер деятельности. Поэтому не вызывает сомнений необходимость реформирования системы профессиональной подготовки специалистов, с особым вниманием междисциплинарным связям технологий — драйвера модернизации — с результатами энергетического производства.

Особенно востребованными становятся инновационные компетенции — знания научно-технических перспектив не только электроэнергетики, но и ключевых потребителей энергии, умение организовать процесс генерации новых идей, интегрировать и трансформировать их в коммерческие проекты и бизнес-модели, работать в команде. Профессия менеджера на наших глазах становится несоизмеримо сложнее, и можно уверенно утверждать о необходимости перехода к обучению, сочетающему глубокую фундаментальную подготовку, повышенный объём профильных курсов и практики, проектного обучения, что в рамках бакалавриата организовать невозможно. Поэтому требуется ускорить перевод образовательных программ для подготовки менеджеров и инженеров для электроэнергетики в формат специалитета.

Задача подготовки менеджеров и инженеров с необходимыми компетенциями для масштабной модернизации отрасли (по существу инновационного прорыва) не выполнима, если в ускоренном темпе не будет решена проблема отбора и подготовки преподавателей нового поколения. Ведь сегодня в стране крайне мало специалистов, владеющих междисциплинарными знаниями на стыке техники, экономики и управления. Здесь требуется координация государства, крупного бизнеса и, конечно, самих вузов, которые должны осознать, что в ситуации столь серьёзных вызовов без современного инженерно-экономического образования проблема будет и дальше обостряться. Один из вариантов её решения заключается в создании специализированной структуры (федеральной или региональных центров), организующей необходимую теоретическую, проектную подготовку, интенсивные стажировки на передовых энергетических предприятиях РФ и других стран. В то же время следует понимать, что восполнение кадрового дефицита профессорско-преподавательского состава, спо-

собного вести работу со студентами на уровне указанных в статье требований, займёт длительный период.

В заключение подчеркнём важный тезис, значимость которого зачастую недооценивается как в академической среде, так и среди практиков. С одной стороны, при некомпетентном менеджменте в принципе не могут быть созданы условия для активной инновационной деятельности инженеров. С другой, сами инженеры должны обладать определёнными знаниями для оценки экономической целесообразности разрабатываемых ими технических решений, уметь совместно с менеджерами выносить данные инициативы на обсуждение с инвесторами, представителями органов государственного управления и регулирования.

Трансформация профессионального образования в парадигме, сформулированной в статье, является задачей государственной важности, напрямую определяющей темпы обновления производственного аппарата отрасли и эффективность реализации масштабных инновационных проектов. Без её решения планы по созданию электроэнергетики нового типа, удовлетворяющей потребности экономического роста при обеспечении её технологического суверенитета, останутся лозунгом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гительман Л. Д., Кожевников М. В. Парадигма управленческого образования для технологического прорыва в экономике // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 2. С. 433 – 449.
2. Кожевников М. В. Теория и методология формирования наукоёмкого сервиса в электроэнергетике: автореф. дисс. докт. экон. наук. — Екатеринбург, 2022. — 46 с.
3. Accenture. Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth. [Электронный ресурс] <https://bit.ly/48ES7HF>.
4. Шматко Н. А. Компетенции инженерных кадров: опыт сравнительного исследования в России и странах ЕС // Форсайт. 2012. Т. 6. № 4. С. 32 – 47.
5. Москвин К. В. Решение задачи по обучению и подготовке специалистов по сервисному обслуживанию и ремонту — гарантия надежности и эффективности работы основного оборудования ТЭС // Энергетик. 2022. № 9. С. 3 – 4.
6. Воротницкий В. Э. Решение проблем электроэнергетики России должно быть системным, квалифицированным и клиенториентированным // Энергетик. 2018. № 6. С. 14 – 21.
7. Гительман Л. Д., Ратников Б. Е. Технико-экономические компетенции как основа эффективного менеджмента в электроэнергетике // Энергорынок. 2010. № 12. С. 23 – 30.
8. Трунин Е. С., Николаев В. В. Энергоремонт. Вчера — сегодня — завтра // Энергетик. 2019. № 9. С. 26 – 28.
9. Santandreu-Mascarell C., Canys-Darys L., Pons-Morera C. Competencies and skills for future Industrial Engineers defined in Spanish degrees. Journal of Industrial Engi-

neering and Management, 2011. Vol. 4. No. 1. P. 13 – 30. [Электронный ресурс] <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/28361/JIEM-Cristina-Lourdes-Carlos.pdf?sequence=1>.

10. *Chrystolouris G., Mavrikios D., Mourtzis D.* Manufacturing Systems: Skills & Competencies for the Future // *Procedia CIRP*. 2013. Vol. 7. P. 17 – 24.

11. *Global Energy Transformation. A roadmap to 2050.* IRENA, 2018. [Электронный ресурс] https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Report_GET_2018.pdf.

12. *Theme report on energy transition. Towards the achievement of SDG 7 and net-zero emissions.* United Nations, 2021. [Электронный ресурс] https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/2021-twg_2-062321.pdf.

13. *Perspectives for the Energy Transition. Investment Needs for a Low-Carbon Energy System.* OECD / IEA, IRENA, 2017. [Электронный ресурс] https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Mar/Perspectives_for_the_Energy_Transition_2017.pdf.

14. *Гительман Л. Д.* Опережающее управленческое образование для технологического прорыва / Л. Д. Гительман, А. П. Исаев, М. В. Кожевников, Т. Б. Гаврилова // *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2022. Т. 13. № 4. С. 290 – 303.

15. *Макаров А. Ю., Макаров А. А.* Цифровая экономика. Технологии меняют менеджмент. Практика внедрения и результаты. — М.: СОЛОН-Пресс, 2021. — 160 с.

16. *Kodama F.* Learning Mode and Strategic Concept for the 4th Industrial Revoluti-

on // *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2018. No. 4. P. 32.

17. *Carr G., Loucks D. P., Bluschl G.* Gaining insight into interdisciplinary research and education programmes: A framework for evaluation // *Research Policy*. 2018. Vol. 47. P. 35 – 48.

18. *Гительман Л. Д.* Междисциплинарные компетенции менеджеров для технологического прорыва / Л. Д. Гительман, А. П. Исаев, М. В. Кожевников, Т. Б. Гаврилова // *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2022. Т. 13. № 3. С. 182–198.

19. *Бартоломей П. И.* Высшее энергетическое образование в России должно обеспечивать научно-технический прогресс // *Электрические станции*. 2016. № 3. С. 51 – 56.

20. *Кадровый вопрос: энергетике не хватает универсальных специалистов.* [Электронный ресурс] <https://m.realnoevremya.ru/articles/143237-energetike-ne-hvataet-universalnyh-specialistov>.

21. *Литвинцева Г. П., Низовкина Н. Г., Гахова Н. А.* Подготовка инженерно-технических кадров с учетом достижений современной экономической науки // *Образование и наука*. 2017. Т. 19. № 2. С. 101 – 123.

22. *Бондаренко А.* Проблемы кадрового обеспечения отраслей ТЭК. [Электронный ресурс] <https://energypolicy.ru/problemy-kadrovogo-obespecheniya-ot-raslej-tek/neft/2022/15/14/>.

23. *В России создадут 30 инженерных школ для решения проблемы дефицита кадров.* [Электронный ресурс] [https://](https://3dnews.ru/1063908/kadrovyy-defitsit-v-rossii-oslablyat-30-ingenernih-shkol)

3dnews.ru/1063908/kadrovyy-defitsit-v-rossii-oslablyat-30-ingenernih-shkol.

24. *Matzembacher D. E., Gonzales R. L., Nascimento L. F. M.* From informing to practicing: Students' engagement through practice-based learning methodology and community services // *The International Journal of Management Education*. 2019. 17(2). P. 191 – 200.

25. *Abdurrahman A.* Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills / A. Abdurrahman, H. Maulina, N. Nurulsari, I. Sukamto, A. N. Umam, K. M. Mulyana // *Heliyon*. 2023. No. 9(4). Paper e15100.

26. *Hasanah U.* Key Definitions of STEM Education: Literature Review // *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*. 2020. No. 16(3). Paper e2217.

27. *Вивчар А. Н.* Инновационная деятельность ПАО «Мосэнерго» / А. Н. Вивчар, А. В. Охлопков, К. С. Никишов, О. Ю. Сигитов // *Электрические станции*. 2022. № 9. С. 11 – 15.

28. *Ростик Г. В.* Проблемы актуализации ремонтной документации и обучения персонала, занятого ТОиР турбогенераторов в электроэнергетике // *Энергетик*. 2022. № 9. С. 4 – 9.

29. *Брусницын А. Н., Осика Л. К.* Организация сервисного обслуживания мощных газотурбинных установок в условиях России // *Энергетик*. 2017. № 10. С. 18 – 23.

Вышел в свет

журнал «Библиотека электротехника» — приложение к журналу «Энергетик»
Выпуск 7 (295) 2023 г.

ПЕРМИНОВ Э. М.

РОССИЙСКАЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА. ИСТОРИЯ. СОСТОЯНИЕ. ПЕРСПЕКТИВЫ

Одним из важнейших направлений возобновляемой энергетики является ветроэнергетика, которая по различным оценкам может обеспечить до 50 % и более перспективного энергопотребления. Поэтому интерес к проблемам развития ветроэнергетики во всём мире достаточно высок.

Данный материал — попытка коротко оценить историю, состояние и перспективы развития мировой и отечественной ветроэнергетики, показать этапы развития, роль отечественной и отраслевой науки, возможности отечественной производственной базы и пути её совершенствования

При реструктуризации и реорганизации отечественной экономики были в значительной мере разрушены научно-конструкторские структуры и отечественное энергомашиностроение, радиоэлектроника, приборостроение и другие отрасли, на которых базируются НВИЭ, в частности ветроэнергетика. Потенциал ветроэнергетики, как и других «нетрадиционных» для российской энергетики НВИЭ, пока востребован не в полной мере, хотя в принципе они позволяют решить многие энергетические проблемы. Это связано и с тем, что сложившийся на оптовом рынке электроэнергии уровень цен ниже себестоимости генерации электроэнергии на основе НВИЭ. Это особенно важно при решении вопросов децентрализованного энергоснабжения России с её обширной территорией, слабо развитой инфраструктурой и самым суровым в мире климатом, где по разным оценкам от 50 до 70 % территории не имеют надёжного гарантированного энергообеспечения. Вопросы успешного эффективного развития НВИЭ, в том числе ветроэнергетики, должны стать важнейшими задачами уже ближайшего будущего, и, как показано в последние годы, положительные шаги в этом направлении предпринимаются. При этом надо понимать, что НВИЭ не являются альтернативой «традиционной большой» энергетике, а дополняют её, занимая свою совершенно определённую нишу, которая будет расширяться.

По вопросам приобретения обращаться в редакцию
к Давыденко Елене Иосифовне +7 495 234-74-21

