Vol. 1, Issue 2

КОМПЕТЕНТНОСТЬ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ: СУЩНОСТЬ, СТРУКТУРА И ДИАГНОСТИКА

Савриев Ш.Ш.

БГТУ, стажёр кафедры «искусственный интеллект и цифровизация»

E-mail: savriyev95@gmail.com

Аннотация. В тезисах разграничены понятия «энергосбережение» и «энергоэффективность», дано авторское определение компетентности будущего инженера в области обеспечения энергосбережения и энергоэффективности и обоснована её четырёхкомпонентная структура. Описаны типовые профессиональные задачи, через которые раскрывается компетентность, три уровня её развития и диагностический аппарат, в котором каждый компонент оценивается по данным не менее чем двух независимых источников.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, компетентность, будущий инженер, компоненты компетентности, уровни развития, диагностика.

1. Актуальность

По оценке Международного энергетического агентства, первичная энергоёмкость мировой экономики в 2024 году улучшилась лишь на 1 %, что составляет около половины среднего показателя 2010–2019 годов, тогда как по обязательству, принятому в 2023 году в рамках COP28, темпы повышения энергоэффективности к 2030 году должны удвоиться [1]. В Узбекистане Закон 2024 года «Об экономии энергии, ее рациональном использовании и повышении энергоэффективности» закрепил экономию энергии, её рациональное использование и повышение энергоэффективности как единый предмет правового регулирования [2], а программа перехода к «зелёной» экономике предусматривает

повышение энергоэффективности в промышленности не менее чем на 20 % до 2030 года [3].

Внедрение энергосберегающих технологий само по себе не гарантирует результата: если оборудование настроено неверно, проектные режимы не соблюдаются или данные мониторинга не анализируются, расчётная экономия не достигается. Поэтому в международном стандарте ISO 50001 компетентность, осведомлённость и ответственность персонала определены как обязательный элемент системы энергетического менеджмента [4]. Энергоэффективность, таким образом, зависит и от подготовки специалиста, который проектирует, настраивает и эксплуатирует технику, а значит, вопросы энергосбережения должны изучаться и в рамках теории и методики профессионального образования.

В зарубежных работах близкие вопросы изучаются главным образом в рамках компетенций в области устойчивого развития. Рамка GreenComp описывает компетентность в области устойчивого развития через четыре области и двенадцать компетенций [5], но она составлена для всех уровней образования и не отражает инженерной специфики: энергетических расчётов, составления энергетического баланса, энергоаудита. В странах СНГ вопрос рассматривался в рамках компетенций ресурсосбережения: И.Д. Белоновская, А.В. Кострюков и О.С. Манакова исследовали их состав и формирование в инженерной подготовке [6]. В работе Y.-C. Hsu содержание, связанное с «энергетической компетенцией», включено в курс инженерной этики [7], а E. Soto Acevedo, J. Meza Guzmán и N. Meza Villalón описали трёхлетний опыт преподавания курса «Энергоэффективность» на основе компетентностного подхода [8]. Однако компетентность в области обеспечения энергосбережения и энергоэффективности как самостоятельное педагогическое понятие, её состав, критерии и уровни раскрыты недостаточно. В учебных планах технических направлений соответствующее содержание распределено между общепрофессиональными и

специальными дисциплинами и даётся в основном в форме знаний: студент владеет отдельными методами расчёта, но не объединяет их в одной профессиональной задаче. Цель тезисов – уточнить сущность и структуру этой компетентности и представить аппарат её диагностики.

В научной литературе и нормативных документах «энергосбережение» и «энергоэффективность» часто употребляются как синонимы, хотя их содержание различно (таблица 1).

Таблица 1

Сравнение понятий «энергосбережение» и «энергоэффективность»

Критерий сравнения	**Энергосбережение**	**Энергоэффективность**
Тип категории	Абсолютный показатель	Относительный показатель
Мера	Сокращение объёма потреблённой энергии	Полезный результат на единицу энергии
Основное средство	Организационные меры, культура потребления, управление режимами	Технологическое обновление, расчёт, моделирование, оптимизация
Ведущее качество личности	Ценностная направленность, ответственность, экологическое сознание	Профессионально-техническая компетентность, аналитическое мышление
Устойчивость результата	Может исчезнуть при изменении поведения	Закреплён в технологии, устойчив

Понятия дополняют друг друга. Опора только на сбережение даёт краткосрочный результат, который исчезает с ростом производства. Опора только на технологическую эффективность порождает «эффект рикошета» (rebound effect): чем экономичнее оборудование, тем больше им пользуются, и общая экономия снижается. Поэтому в исследовании оба аспекта объединены в одном понятии. Компетенция – это внешнее требование к специалисту, компетентность – освоенное личностью качество, проявляющееся в реальных ситуациях. Студент приходит в вуз с представлениями об энергоресурсах, сложившимися в школе и

повседневной жизни; в вузе компетентность не создаётся с нуля, а поднимается на профессиональный уровень, поэтому используется термин «развитие».

Компетентность будущего инженера в области обеспечения энергосбережения и энергоэффективности определяется нами как проявляющееся при решении профессиональных задач единство ценностного и ответственного отношения личности к энергоресурсам, системных знаний об энергетических процессах и энергосберегающих технологиях, способов анализа, оценки и оптимизации энергетических показателей технических объектов, в том числе с помощью цифровых средств, и способности оценивать результаты своей деятельности по энергетическим и экологическим критериям. Из определения следуют четыре компонента компетентности (таблица 2).

Таблица 2

Структура компетентности в области обеспечения энергосбережения и энергоэффективности

Компонент	Содержание	Показатели проявления
Мотивационно-ценностный	Ответственное отношение к энергоресурсам, экологическое сознание, интерес к проблемам энергосбережения	Активность в выборе заданий по энергосбережению; обращение к энергетическому критерию при обосновании решений
Когнитивный	Системные знания об энергетических процессах, энергетическом балансе, технологиях энергосбережения, нормативно-правовой базе и стандартах	Полнота, системность и межпредметная связанность знаний; верное толкование нормативных требований
Деятельностно-технологический	Выполнение элементов энергоаудита, составление энергобаланса, выявление потерь, технико-экономическое обоснование мероприятий, работа с цифровыми средствами и данными	Качество практических и проектных заданий; правильность расчётов; самостоятельное использование цифровых средств
Рефлексивно-оценочный	Оценка результатов своей деятельности по энергетическим, экономическим и экологическим критериям, анализ ошибок	Адекватность самооценки; сравнение альтернативных решений; обоснованность выводов

Компоненты связаны функционально: мотивационно-ценностный побуждает к получению знаний, когнитивный служит основой практического действия, деятельностно-технологический превращает знание в опыт, рефлексивно-оценочный обеспечивает работу студента над собой.

Компетентность целесообразно описывать через типовые профессиональные задачи выпускника: составление энергетического баланса объекта; выявление и ранжирование источников потерь; разработка вариантов энергосберегающих мероприятий и их сравнение по сроку окупаемости, чистой приведённой стоимости и объёму сэкономленной энергии; сбор и интерпретация данных учёта и мониторинга, в том числе в автоматизированных системах; проверка соответствия проектных решений нормативным требованиям; оценка возможности подключения возобновляемых источников энергии к существующей системе; обоснование решений и оформление отчётной документации. Большая часть этих задач сводится к работе с данными, моделированию и расчётам, поэтому их можно полноценно отрабатывать с помощью цифровых средств. Это тем более значимо, что учёт, мониторинг и анализ энергоресурсов в стране переводятся на цифровые платформы [9].

низком (репродуктивном) уровне студент признаёт необходимость энергосбережения и знает основные понятия, но знания разрозненны, а практические задания выполняются только по образцу. На среднем (продуктивном) уровне знания применяются системно, задачи знакомого типа решаются самостоятельно с использованием цифровых средств, но в нестандартной ситуации требуется помощь. На высоком (творческом) уровне энергетический критерий становится неотъемлемой частью профессионального решения: в нестандартных ситуациях студент разрабатывает и сравнивает несколько решений и верно оценивает результаты своей деятельности.

Разные компоненты требуют разных способов измерения: мотивационно-ценностный компонент нельзя измерить тестом, а деятельностно-технологический – анкетой. Поэтому для каждого компонента разработаны собственные средства, приведённые к единой 100-балльной шкале (таблица 3).

Таблица 3

Средства диагностики компонентов компетентности

Компонент	Средства диагностики	Макс. балл
Мотивационно-ценностный	Анкета из 18 пунктов (блоки: личная значимость, профессиональный контекст, поведенческий уровень); ситуационное задание на выбор решения	25
Когнитивный	Педагогический тест из 30 заданий; составление понятийной карты по 15 терминам	25
Деятельностно-технологический	Комплексное практическое задание; оценка двумя независимыми экспертами по рубрике из четырёх критериев	30
Рефлексивно-оценочный	Лист самооценки; рефлексивный текст (ответы на три вопроса: трудности, ограничения решения, возможные изменения)	20
Итого	–	100

Наибольшая доля баллов отведена деятельностно-технологическому компоненту: он составляет профессиональное ядро компетентности и в традиционной практике обеспечен слабее всего. Каждый компонент оценивается по данным не менее чем двух независимых источников. Анкета фиксирует декларируемое отношение, а ситуационное задание, в котором студент выбирает одно из инженерных решений, различающихся ценой, сроком выполнения и энергетическими показателями, и обосновывает выбор, выявляет реальный критерий принятия решения. Расхождение между ними само служит аналитическим материалом.

Спецификация теста построена по пяти разделам содержания и трём уровням познавательной деятельности на основе пересмотренной таксономии Блума [10]: 12 заданий на знание и понимание, 11 на применение и 7 на анализ и

оценку. Комплексное задание повторяет структуру профессиональной задачи: по данным о годовом энергопотреблении учебного корпуса или небольшого производственного участка студент составляет энергобаланс, выявляет и ранжирует основные источники потерь, предлагает не менее двух вариантов мероприятий, сравнивает их по сроку окупаемости и объёму сэкономленной энергии и письменно обосновывает выбор. Рубрика содержит четыре критерия (составление баланса, выявление потерь, обоснование мероприятий, использование цифровых средств), каждый оценивается от 0 до 3 баллов; первичные оценки приводятся к шкале компонента. Показателем адекватности самооценки служит модуль расхождения между оценкой, которую студент выставил себе по тем же критериям, и оценкой эксперта.

Баллы переводятся в уровни по правилу: менее 50 % максимального балла – низкий уровень, от 50 до 75 % – средний, более 75 % – высокий. Общий уровень устанавливается по среднему баллу компонентов, но не признаётся высоким, если хотя бы один компонент находится на низком уровне. Основание правила – целостная природа компетентности: студент с высоким когнитивным, но низким деятельностно-технологическим компонентом обладает знаниями, однако не способен решить профессиональную задачу. Содержательная валидность средств проверяется экспертной оценкой с расчётом коэффициента содержательной валидности [11], внутренняя согласованность теста и анкеты – с помощью коэффициента альфа Кронбаха [12].

2. Выводы

Во-первых, энергосбережение связано преимущественно с ценностями и отношением, энергоэффективность – со знаниями и профессиональной деятельностью, поэтому они объединены в рамках одной компетентности. Во-вторых, эта компетентность определена как самостоятельное педагогическое понятие, включающее мотивационно-ценностный, когнитивный, деятельностно-

технологический и рефлексивно-оценочный компоненты, раскрыта через типовые профессиональные задачи и описана на трёх уровнях. В-третьих, предложен диагностический аппарат с интегральным правилом определения общего уровня. Количественные результаты констатирующего этапа опытно-экспериментальной работы будут представлены в отдельной публикации.

Литература

1. IEA. Energy Efficiency 2024. – Paris: International Energy Agency, 2024.
2. Закон Республики Узбекистан «Об экономии энергии, ее рациональном использовании и повышении энергоэффективности» от 7 августа 2024 года № ЗРУ-940. – URL: https://lex.uz/docs/7052217.
3. Постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход Республики Узбекистан на „зеленую“ экономику до 2030 года» от 2 декабря 2022 года № ПП-436. – URL:.
4. ISO 50001:2018. Energy management systems – Requirements with guidance for use. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
5. Bianchi G., Pisiotis U., Cabrera Giraldez M. GreenComp – The European sustainability competence framework / Bacigalupo M., Punie Y. (eds.). – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. – EUR 30955 EN. –
6. Белоновская И.Д., Кострюков А.В., Манакова О.С. Компетенции ресурсосбережения и их формирование в инженерной подготовке // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 12 (161). – С. 14–19.
7. Hsu Y.-C. A Pilot Study to Incorporate Collaboration and Energy Competency into an Engineering Ethics Course // Education Sciences. – 2020. – Vol. 10, No. 3. – 72.

8. Soto Acevedo E., Meza Guzmán J., Meza Villalón N. Training engineering students in energy efficiency and sustainability through the competency-based approach // Brazilian Journal of Development. – 2023. – Vol. 9, No. 2. – P. 7155
9. Указ Президента Республики Узбекистан «О совершенствовании механизмов государственного контроля и внедрении системы „цифровой энергоконтроль“ в топливно-энергетической отрасли» от 24 мая 2023 года № УП-77.