

ПРОЕКТИРАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА ТЕХНОЛОГИЯ ПО „ИНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГИЯ“

¹Надя Илиева, ²Елена Бояджиева

¹Технически университет – София

²Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. Ефективно формираната професионална компетентност е гаранция, че завършващите висше училище са подготвени за бъдещите професионални предизвикателства. Настоящата статия представя технологичен модел на преподаване и учене в задължителен курс по „Инженерна екология“ от бакалавърската програма „Топлотехника“ на Технически университет (ТУ) – София. Технологията е разработена на широка интегративна теоретична основа и на базата на международни и национални проучвания, свързани с подготовката на бъдещите инженери. Очертаните компоненти на модела – целеполагане, учебно съдържание, дейности на преподаване и учене, ресурси и диагностика, са изведени въз основа на изследване мнението на преподаватели, работодатели и студенти относно възможностите за формиране на необходимите професионални компетенции. Получените резултати от експертната оценка доказват, че приложеният модел съответства на поставените цели на обучение, стратегията и визията за развитие на ТУ – София, и изискванията на бизнеса. Въвеждането на модули, свързани с оценка на риска, несигурност, устойчивост и оценка на въздействието върху околната среда, значително разширява перспективата на бъдещите инженери в началото на тяхната кариера. Разработената технология осигурява възможности за създаване и валидиране на подходящ инструментариум за изследване на постиженията на студентите и степента на формиране на професионалната им компетентност.

Keywords: engineering education; engineering ecology; professional competence; educational technology

Въведение

Глобалните икономически условия и липсата на ясно разграничение между професиите поради увеличаването на икономическата отговорност създават усложнения, чийто отзвук в полето на образованието се свързва с определени изисквания на работодателите към квалификационните характеристики на завършващите; засилване ролята на личностното развитие и безусловно

доминиране на „ученето през целия живот“. Противоречието между непрекъснатата промяна в съдържанието на знанията и професионално значимата информация, както и липсата на ясни механизми, гарантиращи бързата адаптация на образованието към съвременния темп на технологични промени и появата на нови високонаучни специалности, поставят проблема за ефективното формиране на професионалната компетентност. Квалификацията на бъдещите инженери е обект на постоянна и бърза промяна, защото технологичното съдържание на знанията е предвидимо за период от около десет години, поради което развитието на професионалните профили и учебните планове остава постоянно предизвикателство (Stathopoulos, 2004; Rauner et al., 2013). Факт е, че редица инженерни програми са почти в застой с традиционни, подражателни, повтарящи се информационни трансмисии на знания, без интерактивен дебат и критика. Студентите се подготвят да намират решения или чрез готови процедури, алгоритми, формули, или чрез интернет и софтуер. Споделяме мнението на Z. Şen (2013), че „използването на статични и непродуктивни методи в инженерните образователни институции вместо научните области на познанието, както и компютърните програми и софтуер, могат да превърнат инженерното образование в застинала рутинна последователност от автоматични процедури и автоматизирани форми без рационални и логични изводи“. Смятаме, че причините за наблюдаваното несъответствие между уменията на младите инженери и нуждите на производството са отсъствието на междинни форми на контрол от страна на фирмите (потенциални работодатели) върху реалните знания/умения и липсата на подготовка за психологическа адаптация към производствени условия. Съществува противоречие и между необходимостта формирането на професионалните компетенции да започне още в първи курс на следването, и липсата на единно мнение за етапите на формиране на професионалната компетентност. И докато теоретиките все по-ясно призовават към подготовката на специалисти, притежаващи многофункционални компетентности и способни на свободен избор и индивидуални интелектуални усилия, специализираната литература предоставя малко систематични насоки как да се преодолеят доказаните дефицити в базовите умения, много от които са свързани с технологиите и инженерството. Тази празнина е особено проблематична, тъй като висшите училища са инертни към промяната и при прегледа на литературни източници не беше открит цялостен подход за разработване на психолого-педагогическите механизми за подготовка на бъдещи инженери. Настоящата статия се опитва да даде аргументиран отговор на следните изследователски въпроси: (1) как да стимулираме „студентския ангажимент“, разбран като процес и продукт на взаимодействието между мотивацията и активното учене; (2) как да формулираме учебните цели като конкретни компетенции, необходими за бъдещата професионална дейност; (3) как да моделираме условията, средствата и

методите на обучение така, че професионалните компетенции да бъдат ефективно формирани.

Образователната технология като теория и практика в педагогическите изследвания

Известно е, че педагогическият процес е развиващо взаимодействие между преподаватели и учаци, насочено към постигане на определени цели и реализиране на предварително планирана промяна. В търсенето на решения как да бъде осъществена конкретната трансформация в областите теория на обучението, компютърно базирано обучение и дистанционно обучение, възниква понятието образователна технология. Интелектуалното и техническото развитие на образователните технологии е разглеждано в различни аспекти: (а) образователната технология като теория и практика на педагогическите подходи към ученето; (б) образователната технология като технологичен инструмент и медия, които подпомагат развитието и обмена на знанията; (в) образователната технология като система за управление на ученето (learning management system) и инструмент за разработване на учебни програми; (г) образователната технология като академична дисциплина (например „Компютърни проучвания“, „Информационни и комуникационни технологии“ и др.).

В представената работа фокусът е поставен върху образователната технология като теория и практика на образователните подходи към преподаването и ученето във висшето училище. Анализът на литературни източници показва многообразие в дефинирането на понятието в тази плоскост. Serikov (1994) определя образователната технология като законосъобразна педагогическа дейност, реализираща научно обоснована концепция за дидактическият процес и притежаваща висока степен на ефективност, надеждност и гарантираност на резултата. Други автори обръщат поглед към философията на конструктивизма като основна движеща сила на студент-центрираното учене, разглеждайки образователната технология като опит за повишаване качеството на обучение чрез поставяне на акцента върху учащите и техните способности и контролиране на вътрешните умствени процеси и мотивация. Подкрепяме твърденията на Robinson et al. (2008), че конструктивистката гледна точка е тази, която държи „командните висоти“ в изследването и развитието на образователните технологии в началото на XXI век. Интегрирането на технологията в процеса на преподаване значително променя и ролята на преподавателя, който се превръща във фасилитатор, помагаш студентите да изграждат собствените си разбирания и способности при изпълнение на задачите (Amarin & Ghishan, 2013). Manouselis et al. (2014) разглеждат образователната технология като област на приложение, която обикновено се отнася до всички видове технологични изследвания

и разработки, свързани с формирането на метакогнитивни и рефлексивни умения, като самоуправление, самомотивация и ефективно саморегулирано учене. За да бъде дадена технология реален инструмент за стимулиране на студентската ангажираност, се изисква преподавателите да се съсредоточат върху желаните резултати от обучението и върху това какво може да прави учащият, след като те са преподавали.

Подход и методология на изследването

Проектиране на технология по „Инженерна екология“

Целта на създадената конкретно за студентите от програмата по „Топ-лo-техника“ на Техническият университет (ТУ) – София, образователна технология е формиране на личностни теоретико-практически умения за подходящо прилагане на знанията, нагласи за учене през целия живот и критично мислене чрез смяна на традиционната репродуктивна подготовка с компетентностна, защото инженерната професионална компетентност може да бъде описана като съвкупност от компетенции, да бъде документирана и следователно обективно моделирана (Dorofeev, 2005). В основата на проектирането са нашият преподавателски опит, спецификата на бъдещата професионална дейност и признатата необходимост от преодоляване на „съществуващото разделение между инженерите и природата“. Често срещана научно-техническа практика е да се постигат технически иновации, без те да се съотнасят със социалните, икономическите и екологичните въздействия върху естествените природни системи и без да се акцентира върху намаляването на риска от нежелана намеса в тяхното функциониране (Amadei, 2004). Споделяме казаното от Aldridge & Fraser (2008), че компетентностният подход поощрява вземането на ефективни решения за учебните програми и методите на преподаване на всички нива във висшите училища. Проектирането на подходящи технологии и дейности у нас обаче е своеобразно предизвикателство, защото технологията и образователната практика трябва да си сътрудничат, а пред авторите във висшите училища няма поставени изисквания (липсват стандарти). Публикувани от Hilton (2010) и Dulekgurgen et al. (2016) резултати от проучвания доказват, че е необходимо интегриране на темите за устойчивостта и опазването на околната среда в съществуващите инженерни бакалавърски програми и това е много по-ефективно от създаването на нови програми (специалности), защото в бъдеще всяка работа ще бъде „зелена“ и ще допринася в различна степен за непрекъснатото ефективно използване на енергията и ресурсите. Важни за професионалното развитие на бъдещите инженери са и нетехническите компетенции, които са в основата на обществените очаквания, че компетентният специалист ще е в състояние не само да изпълнява работни задачи, но и да идентифицира/оценява тяхното въздействие в социален контекст.

При проектирането на технологията са спазени критериите за технологичност на връзките в методическата верига „теория – практика“, които осигуряват обективност и еднозначност на резултатите, а именно: (а) постоянство (стабилност, инвариантност) – проектира се това, което е стабилно; (б) възпроизводимост, повтораемост; в) възможност за наблюдаване на основните компетенции на субекта (проектира се и се формира това, което може да се наблюдава и провери). Педагогическите характеристики на разработената от нас технология, заложили при реализирането на образователните ѝ цели, са представени в таблица 1.

Таблица 1. Педагогически характеристики на образователната технология

Показатели	Характеристики на технологията
Движещи сили	Противоречие между изискванията на потребителите и реалното състояние на системата; възможност преподавателите да предоставят адекватно решение на проблемите и нуждите на учащите.
Цели	Да се опишат актуалната ситуация и предизвикателствата пред заинтересованите от обучението страни; да се обосновават възможни решения; да се обсъдят критично и се разработят инструменти; да се развиват колективно професионалните знания на преподавателите чрез споделяне на най-добрите идеи като структурирани модели.
Съдържание	Отворено – границите са зададени чрез учебната програма и субективния опит на участниците.
Основни ресурси	Социално-психологически; материално-технически.
Теоретични принципи	Научна обоснованост; системност; интегралност и отвореност за взаимодействие с други педагогически теории.
Специални принципи	Принцип за аксиоматично изграждане на образователната технология, реализиран в проектирането ѝ; регулаторен принцип за сходимост на образователните технологии, допринасящ за оптимизация на проектирането; принцип за природосъобразност на технологията.
Изследователски функции	Изследване на основните закономерности на учебния процес; възможност за получаване на обективна информация за напредъка на учащите в курса; наблюдение на индивидуалното изпълнение на всеки студент; експериментална проверка на преподаването и ученето.
Приоритетно развитие	Инженерно мислене; основни личностни компетенции; готовност за справяне с големи групи задачи; професионални компетенции в областта на енергетиката.

Теоретичен модел на образователната технология

Анализът на литературни източници показва, че подходите за моделиране на обучението най-често са базирани на елементите фактори, параметри и действащи лица. Създаденият за конкретните студенти и учебна среда модел на образователна технология се основава на: (1) изведената същност на професионална компетентност за бъдещия специалист по енергетика (Piieva & Voiadjieva, 2013); (2) логическата структура на процеса обучение, интерпретиран като процесуално организационно-функционално единство между преподаването и ученето; (3) интегралната взаимозависимост между параметрите на учебния процес, осигуряваща формирането на професионалната компетентност; (4) използването на последователно получаваните емпирични резултати за всеки елемент на модела в качеството на начално условие за следващата структура.

Изборът на целепологането, учебното съдържание, дейностите на преподаване и учене, ресурсите и диагностиката в качеството им на модулни структури (фиг. 1) е продиктуван от взаимовръзката между параметрите на програмата и успешното формиране на професионалната компетентност. Крайна задача на академичната подготовка е след завършването си учащите да владеят знанията, способностите и уменията (квалификацията), които са дефинирани в програмата на дисциплината. Това включва „собствени“ и утвърдени от другите заинтересовани страни учебни резултати. Трябва да подчертаем, че у нас идентифицирането на релевантните професионални компетенции представлява сериозна трудност поради отсъствието на реална връзка между университетите и потенциалните работодатели. Затруднения създава и липсата на единна стандартна терминология за академичните компетенции на завършващите в отделните европейски държави, макар в списъците от способности на редица университети да има значително припокриване. Най-често академичният набор от общи компетенции включва: аналитичен и критичен анализ; разрешаване на проблеми; намиране, оценка и използване на съответната информация; оригиналност, инициативност и творчество; ефективна комуникация, което показва засилено внимание към познавателните резултати (Sadler, 2013).

Конкретизация на образователната технология

А. Определяне на учебните цели като конкретни резултати (компетенции)

Резултатите от преподаването и ученето в курса по „Инженерна екология“ са проекция на заложените конкретни образователни цели и са дефинирани под формата на професионални компетенции, чието своеобразие се определя от особеностите, функциите и обекта на професионалната дейност. За идентифицирането им е извършен теоретичен анализ на литературни източници и нормативно-програмни документи. Направено е емпирично изследване сред потребителите на образователни услуги относно значимостта на професионалните компетенции, които трябва да владеят завършващите. Въз основа на получените резултати е изведена **интегрална** четирикомпонентна структура на конструкта „професионална компетентност на инженера по енергетика“, включваща планиране на кариерата, интегративно мислене, адаптивност и социално-психологически умения.

Индикатори на първия компонент „*планиране на кариерата*“ са уменията за планиране на дейността, мотивацията за постигане на поставените цели (спазвайки етичните норми), готовността за мобилност и учене през целия живот. Активната позиция и амбицията са определящи за успеха в бъдещата кариера и макар в психологията определянето на ясно действащите граници на успеха да е трудно, той често се отнася до постигане на лично осмислена цел, която е свързана с осигуряване на разумен доход или постигнати позиции на по-висок социален статус, престиж или желан начин на живот (Keller et al., 2014).

Вторият компонент – „*интегративно мислене*“, обединява разбирането на същността на процесите и скритите проблеми, както и уменията за създаване на връзки и модели чрез използване на теоретични, практически, екологични, социални и технологични данни. Определящи за интегративното мислене са познаването на екологичното законодателство, отговорното отношение за взетите инженерни решения в екологичен и социален контекст, способността за приложение на експертни знания за проектиране и конструиране на съоръжения за нисковъглеродни технологии и за работа по проекти (национални и международни) в различни сфери на професионалната дейност.

Компонентът „*адаптивност*“ интегрира способността за внедряване и експлоатация на съвременно оборудване и готовността за прилагане на иновативни практики в областта на енергетиката за решаване на неизвестни задачи в условията на неопределеност и възникващи нови сфери на специализация с базови умения в областта на информационните технологии.

Четвъртият компонент „*социално-психологически умения*“ включва комплексните умения за организиране и управление на екипната работа, способността за емоционален контакт с колеги, началници и клиенти при водене на

преговори и постигане на споразумения. Комуникативните способности за търсене, обработване и тълкуване на вербална и невербална информация и готовността за самостоятелност и предприемаческа дейност също са важни за кариерата умения. Идентифицираните от нас професионални компетенции са обект на формиране у бъдещите инженери и очаквани резултати от инженерната подготовка в бакалавърската програма по „Топлотехника“.

Б. Учебно съдържание и учебна програма

Специално внимание при конкретизацията на модела е отделено на *учебното съдържание* и неговото съответствие с най-новите постижения в научната област и професионална практика. Crawley et al. (2014). сочат: „Целесъобразно е, докато проучваме възможността за прилагането на нови технологии и методи на обучение, да преразгледаме нашите възприятия за реалното инженерство, като съсредоточим вниманието си върху съдържанието от гледна точка на това, което искаме да правят инженерите в своята бъдеща кариера“.

Новата стратегия по въпросите за опазване на околната среда, потреблението на естествените ресурси и поддържането на функциите на екосистемите налага въвеждането на понятието „устойчиво развитие“ (Mayes & Myers, 2014). Сходна е гледната точка на Корнина (2015), която пише: „За стимулиране на самостоятелното интерпретиране на знанията и критичното възприемане на фактите, теориите и принципите трябва да се обърне сериозно внимание на настоящите предизвикателства, вариращи от нарастване броя на населението до „неустойчиви“ практики на производство и потребление, и в тази връзка – на целенасоченото критично учене, изрично предоставящо здрави модели на устойчивост“. Учебната програма по „Инженерна екология“ е актуализирана – добавени са нови модули за оценка на риска, несигурност, екологична оценка на планове и програми, оценка на въздействието върху околната среда от енергетиката. Включените концепции за устойчиво развитие, ефективност на енергийните превръщания и правна защита на околната среда в Република България подпомагат уменията за оптимизиране и корекции на съществуващите промишлени производства, емитиращи вредни вещества; за решаване на практически екологични задачи, както и за обоснован избор на екологосъобразни стратегии, анализ и оценка на последиците от собствената професионална дейност върху околната среда. Създаденият учебен опит, от една страна, възплъщава лични ценности, самоанализ и идентичност, а от друга – осигурява баланс между познавателните умения и тези за решаване на проблеми в реални условия.

Качествата на предложената от нас програма са оценени от осем експерти (преподаватели от висши училища и работодатели). Предварително са определени целта и съдържанието на оценката, създаден е въпросник за проучване на експертното мнение чрез адаптиране на приложението „Критерии и пока-

затели за оценяване на качеството на учебни дисциплини“ от Системата за оценяване и поддържане качеството на обучението (СОПКО) в ТУ– София¹). Цитираното приложение съдържа 8 критерия и включва 43 показателя (таблица 2).

Таблица 2. Критерии за оценяване на качеството на учебни дисциплини

№	Критерии	Брой показатели
1.	Съответствие на целта и очакваните резултати по дисциплината с целта и учебния план на специалността по съответната ОКС.	5
2.	Съответствие на съдържанието на дисциплината с академичния стандарт на специалността по съответната ОКС.	8
3.	Хармонизация на учебното съдържание, методите на преподаване и изпитване с добрите практики на аналогични дисциплини във водещи университети в чужбина.	3
4.	Преподаване, методи и средства за обучение, учене по дисциплината.	8
5.	Активност на студентите в процеса на обучение по дисциплината и нейното усвояване през семестъра.	8
6.	Материално осигуряване на дисциплината.	3
7.	Изпитване на студентите и формиране на крайните оценки в съответствие с академичните стандарти.	5
8.	Резултати от обучението на студентите.	3

Резултатите от експертните оценки показват, че участниците в проучването се обединяват около необходимостта от задължително включване на концепцията за устойчивост и проблемите на устойчивото развитие в учебната програма на курса. Те оценяват направеното от нас адаптиране на учебната програма по „Инженерна екология“ като полезно и съответстващо на поставените учебни цели, стратегията и визията за развитие на ТУ– София, и искванията на бизнеса. Адекватността на направената от нас актуализация е потвърдена индиректно от публикуваните по-късно изследователски резултати на Dulekgurgen et al. (2016). Те проучват мнението на учащи относно включването на модулите оценка на риска, несигурност, устойчивост и оценка на жизнения цикъл в учебното съдържание на програма по екологично инженерство в Турция. Студентите оценяват, че това значително ще разшири тяхната перспектива в началото на професионалната им кариера. Demeo et al. (2013) конкретизират, че младите хора не само трябва ясно да разбират взаимната връзка между използването на изкопаеми горива и изменението на климата, но също така трябва да развият чувство за съпричастност и да смекча-

ват негативните екологични последици от текущите енергийни производства, както и да създават нови технологии, които по същество са нисковъглеродни.

В. Проектиране на дейностите

Проектирането на дейностите за постигане на изведените цели е основано на доказаните методологични етапи на процеса преподаване и учене – планиране, развитие, управление и оценяване (Şen, 2013). *Планирането* е осъществено, като са идентифицирани целите, определени са задачите и са уточнени личните и материалните ресурси за подпомагане на студентите в постигането на тези цели. *Развитието* включва разработването на ресурси за управление на преподавателската дейност – предоставяне на график, подготовка на лекционни/семинарни учебни материали, изготвяне на информационно-методически печатни, видеоматериали, презентации, списък на литературни източници за учащите. *Управлението* на курса е реализирано чрез лекции, семинарни упражнения, механизми за персонални инструкции и работа с текст (дейност, отличаваща се с индивидуално своеобразие и възможности за развиване на уменията за интегративно/логическо мислене, смислово групиране и класификация). Студентите са включени в различни механизми на академична комуникация (*социални мрежови инструменти*), а свободният избор на продукт им дава възможност да пишат *задание* или *есе*, която дейност е активен творчески процес (Evans, 2013), чийто потенциал е слабо използван в българското инженерно образование. Акцентираме на тази дейност, защото академичното писане е едно от най-важните средства за комуникация на студентите помежду им, с началниците и клиентите в бъдещата работа. Редица автори отбелязват, че комуникативната компетентност играе критична роля не само в образователната, но и в професионалната среда при общуването с членове на други професионални групи и с широката общественост (Hrmo, 2016; Oka et al., 2016; Parts et al., 2013).

Като помощен инструмент в курса е използван *екипен проект*. Той изисква задълбочено разработване на основни теми от дисциплината и представяне на практически примери и илюстрации на собствената гледна точка, подкрепящи и/или поставящи под съмнение теориите. Последователните дейности за осъществяване на проекта са: (а) *свободен избор на тема* – като начало на творческия проект всеки студент представя избраната тема в кратко резюме (около 200 думи) чрез платформата Blackboard, като очертава връзката на темата с цялостното съдържание на курса; (б) *определяне на екипи* – след преглед на представените резюмета преподавателят уточнява кои учащи могат да работят индивидуално и кои – в екип; (в) *инструкции за типа на студентския продукт, възможната подкрепа от преподавателя и критериите за оценяване*; (г) *презентиране на индивидуалния/екипния „продукт“ пред групата, дискусия и оценяване* (според актуалността и значимостта на проблема; ори-

гиналността на продукта; интегралността на съдържанието и научната аргументация; техническото оформяне и представянето).

Учебният проект по естествен начин генерира необходимите за решаването на проблеми нови знания, които впоследствие се съхраняват, натрупват и прилагат в нов контекст (Keller et al., 2014). Той развива практически уменията за създаване на обща база знания; работа в екип; използване на онлайн комуникация за учебни цели и в социалните взаимоотношения. Умелото съчетаване на работата по проект с проблемно базираното учене в значителна степен подпомага развитието на конструктивно инженерно мислене (Ercan et al., 2016).

Г. Избор на методи на обучение

Методите на преподаване и учене са определящи за успешното моделиране на желаните компетенции. Altmann & Ebersberger (2013) отбелязват, че „постигането на успех“ във висшите училища изисква ефективност на преподаването и научните изследвания, формиране на способности за иновации у учащите и компетентност за обмен на знания. Нашият избор на методи е основан на анализ и адаптация на най-полезните подходи в инженерната подготовка (конструктивистки, личностноориентиран, екологичен), на публикуваните от други изследователи резултати и условия, при които тези стратегии са ефективни за напредъка на учащите, както и на собствената педагогическа практика. Взети са предвид и изискванията на бизнеса бъдещите инженери да притежават способност за *мобилност, адаптивност, висока степен на саморефлексия и самоконтрол*. Описаните съображения са заложили при разработването на чек-лист за емпирично изследване на студентските предпочитания относно методите на обучение във висшето училище, включващ осем метода: дебати и дискусии; упражнения на база симулация на реални производства; игрови методи; изследване на казуси и инциденти; проектен метод; екипна работа за креативно решаване на проблеми; решаване на ситуационни инженерни задачи и традиционен метод (Ilieva & Voiadjieva, 2014). Резултатите от проучването показват, че изследователският и имитационният подход са най-желани от учащите. Одобрение получават и дискусиите, дебатите и споделянето на личен опит, които създават учебна среда, стимулираща сътрудничеството, участието в социалното самоуправление и т.нар. „положително безпокойство в студентското учене“ (Kuh et al., 2010). Ниската степен на предпочитание към традиционната лекция налага съвременен прочит на преподаването и промяната ѝ в интерактивна.

Като цяло, изследването за методите потвърждава осмислянето на динамиката в индустрията и технологиите от бъдещите инженери и необходимостта от приоритетно усъвършенстване на процедурните и обуславящите знания и умения, защото „успешни“ на трудовия пазар са специалистите, способни ефективно да решават производствени проблеми и да създават конкурентни технологии.

Д. Разработване на система за диагностика

Контролът на резултатите играе важна роля, от една страна, за съпоставяне и сътрудничество в европейското образователно пространство, където системите на обучение са изключително многообразни, а от друга – за постигане на целите и задачите на преподаването. В специализираната литература се препоръчва периодичен преглед на резултатите по отделните учебни дисциплини, като се гарантират тяхната прозрачност, измеримост и съответствие с програмните резултати. Студентите, които завършват такива внимателно оценявани и одобрени специалности, имат по-големи шансове да намерят работа, да преминат лицензиране, регистрация и сертифициране или да бъдат мобилни при продължаване на образованието си. Обществените очаквания са високата оценка на програмата да е гаранция за образователна база на специалистите, която ще им позволи да бъдат лидери в иновациите и перспективните технологии.

Контролът в обучението е неразделна част от всяка образователна технология (Assenova & Jotovska, 2011) и представлява взаимодействие между преподавателя и студентите за диагностика на учебната дейност и постигнатите резултати, както и за последваща корекция. Реалното ниво на постиженията спрямо целите се преценява чрез *формиращо оценяване*, което включва информацията, получена от обратната връзка и служеща за адаптиране на преподаването спрямо потребностите на студентите в плоскостта на образователните цели, и намаляване на разликата между реалното и очакваното ниво. Акцентите на приложеното от нас формиращо оценяване са дадени на фиг. 2.



Фигура 2. Аспекти на формиращото оценяване във висшето образование

Формиращата функция е свързана с развитието на специфични форми на оценяване, чийто фокус е върху предоставянето на доказателства за ученето (ефективни дискусии, задачи и дейности); взаимното оценяване между учащите и формирането на рефлексивно поведение (Hadjiali et al., 2016). В този смисъл, формиращото оценяване е не толкова възможност за определяне на това, което учащите знаят и могат, а средство за засилване на социално-емоционалната връзка с преподавателя и оказване на подкрепа за студентския напредък чрез: (а) стимулиране да прилагат теориите, които са усвоили; (б) помощ за осъзнаване ценността на придобитите знания; (в) изграждане на увереност в собствените умения; (г) мотивиране чрез аргументиран коментар на дейността им; (д) насърчаване на справедлива самодиагностика.

В курса по „Инженерна екология“ оценяването е реализирано основно в хода на текущите учебни дейности – решаване на казуси и инциденти; обсъждане на работата по екипните проекти и самоконтрол от страна на учащите за качеството на изпълнение на самостоятелните дейности (предварително изучаване на някои теоретични раздели, свързани с въздействието на енергетиката върху околната среда и нейното опазване; работа с информационни източници). Постиженията на студентите са регистрирани и чрез *директно* наблюдение. Участието им в дискусии върху проблеми с различна трактовка в отделните информационни източници и изявата на умения за критичен анализ на различните гледни точки повишава в значителна степен оценката. Създаденият обобщен стандарт за оценяване постиженията на студентите в курса по „Инженерна екология“ е представен в таблица 3.

Таблица 3. Стандарт за оценяване на студентските постижения

Описание на стандарта	Оценка
Постига забележителни резултати с незначителни грешки, като притежава задълбочени теоретични знания за същността на взаимовръзките в екологичните системи; умения да открива проблеми и интерпретира резултати от екологичен мониторинг; нагласи да прилага адекватни методи за изследване въздействието на енергетиката и оценка на риска за околната среда.	Отличен
Постига резултати над средния стандарт, но с някои грешки, като синтезира знанията за замърсителите от горивните процеси и предлага решения за намаляването им; оценява проблемни ситуации и демонстрира готовност да взема информирани решения; умее да работи ефективно в екип и да управлява ресурси.	Много добър

Показва добра работа, но с редица явни грешки, като осмисля фактите, понятията и законите; притежава умения да прилага отделни знания за събиране и класифициране на технологични данни; разбира основните методи за очистване на околната среда и може самостоятелно да решава сравнително прости задачи/проблеми.	Добър
Постига средни резултати със съществени пропуски, като изброява факти и дефинира основни понятия, свързани със замърсяването на околната среда; познава нормите и методите за пречистването ѝ; възпроизвежда формули и ги прилага за решаване на изчислителни задачи.	Среден
Постига резултати, отговарящи на минималните критерии – необходима е допълнителна подготовка.	Слаб

Заклучение

Проблемът за професионалната подготовка на бъдещите инженери става ключов в съвременното общество поради съществуващото противоречие между търсенето на висококвалифицирани специалисти, притежаващи адекватна професионална компетентност, предприемачески и управленски умения, и реалното състояние на пазара на труда. Предлагаме на тези, които участват в професионалното образование, да обмислят промяна на всяко ниво и да започнат от идентифицирането на професионалните компетенции и формулирането им като учебни цели / очаквани резултати, което е основна предпоставка за успешно формиране на професионалната компетентност. Фокусирането върху изведения от нас теоретичен модел, съдържащ модулните структури целепологане, учебно съдържание, дейности на преподаване и учене, ресурси и диагностика, може да подкрепи тази цел. Включването на студентите в избора на методи и дейности стимулира „студентския ангажимент“ и е средство за развиване на инженерни, научни и технологични компетенции, необходими за решаване на професионални, личностни и социални задачи. Разработената технология е използвана само в курса по „Инженерна екология“, но според нас тя е широко приложима и за други дисциплини в бакалавърските програми на ТУ – София, защото изведените компетенции са актуални за бъдещето. Широката интегративна основа, на която е разработена образователната технология, дава възможност тя да бъде адаптирана и прилагана за студенти от различни направления и специалности на висшите училища, което да осигури адекватна на съвременните изисквания професионална реализация на завършващите.

БЕЛЕЖКИ

1. <http://sopko.tu-sofia.bg>

REFERENCES/ЛИТЕРАТУРА

- Aldridge, J.M. & Fraser, B.J. (2008). *Outcomes-focused learning environments: determinants and effects*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Altmann, A. & Ebersberger, B. (2013). *Universities in change: managing higher education institutions in the age of globalization*. Dordrecht: Springer.
- Amadei, B. (2004). Engineering for the developing world. *Bridge*, 34(2), 24 – 31.
- Amarin, N.Z. & Ghishan, R.I. (2013). Learning with technology from a constructivist point of view. *Int. J. Business, Humanities & Technology*, 3, 52 – 57.
- Assenova, A. & Jotovska, K. (2011). *Key competences of the teacher in biology*. Sofia: Daniela Ubenova [Асенова, А. & Йотовска, К. (2011). *Ключови компетенции на учителя по биология*. София: Даниела Убенова].
- Crawley, E.F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D.R. & Edström, K. (2014). *Rethinking engineering education: the CDIO approach*. Dordrecht: Springer.
- Demeo, A.E., Feldman, D.P. & Peterson, M.L. (2013). A human ecological approach to energy literacy through hands-on projects: an essential component of effectively addressing climate change. *J. Sustainable Educ.*, 4, paper 11.
- Dorofeev, A. (2005). Profesiionalnaia kompetentnost kato pokazatel kachestva obrazovania. *Higher Education Russia*, No. 4, 30 – 36 [Дорофеев, А. (2005). Профессиональная компетентность как показатель качества образования. *Высшее образование в России*, № 4, 30 – 36].
- Dulekgurgen, E., Özgün, Ö.K., Yuksek, G., Pasaoglu, M.E., Unalan, C., Bicer, O.B., Cetinkaya, Z., Isik, I. & Oner, B.E. (2016). A final touch for the environmental engineering students at the onset of their profession: senior-year graduation design project – case study for 2014 – 2015. *Int. J. Eng. Pedagogy*, 6(2), 23 – 29.
- Ercan, F., Sale, D. & Kristian, N. (2016). Innovative curriculum to enhance the learning experience of electrical and mechanical engineering students. *Inter. J. Eng. Pedagogy*, 6(3), 37 – 44.
- Evans, K. (2013). *Pathways through writing blocks in the academic environment*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hadjiali, I., Raycheva, N. & Tzanova, N. (2016). Study on professional reflection of biology teacher: part I. *Chemistry*, 25, 348 – 361 [In Bulgarian].
- Hilton, M. (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: a workshop summary*. Washington: National Academies Press.

- Hrmo, R., Miština, J. & Krištofiaková, L. (2016). Improving the quality of technical and vocational education in Slovakia for European labour market needs. *Inter. J. Eng. Pedagogy*, 6(2), 14 – 22.
- Ilieva, N. & Boiadjieva, E. (2013). Contemporary trends in the vocational training of engineers. *Chemistry*, 22, 516 – 532 [In Bulgarian].
- Ilieva, N. & Boiadjieva, E. (2014). Pedagogical approaches for designing and advanced learning environment in the higher school. *Spisanie Sofia University*, No. 3, 26 – 40. [Илиева, Н. & Бояджиева, Е. (2014). Педагогически подходи за проектиране на съвременна учебна среда във висшето училище. *Списание за образователни изследвания, на Софийския университет* № 3, 26 – 40].
- Keller, A.C., Samuel, R., Bergman, M.M. & Semmer, N.K. (2014). *Psychological, educational, and sociological perspectives on success and well-being in career development*. Dordrecht: Springer.
- Kopnina, H. (2015). Sustainability in environmental education: new strategic thinking. *Environment, Development & Sustainability*, 17, 987 – 1002.
- Kuh, G.D., Kinzie, J., Schuh, J.H. & Whitte, E.J. (2010). *Student success in college: creating conditions that matter*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Manouselis, N., Drachsler, H., Verbert, K. & Santos, O.C. (2014). *Recommender systems for technology enhanced learning: research trends and applications*. New York: Springer.
- Mayes, R. & Myers, J. (2014). *Quantitative reasoning in the context of energy and environment: modeling problems and real world*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Oka, T., Abe, K., Yamauchi, T., Narumi, T., Ishii, N., Nishimura, S.-y., Sato, T., Tanabe, Y. & Sengoku, M. (2016). Roles and effects of human network of supporting experts out of Niigata university to practical engineering education. *Inter. J. Eng. Pedagogy*, 6(1), 44 – 49.
- Parts, V., Teichman, M. & Rüttemann, T. (2013). Would engineers need non-technical skills or non-technical competences or both. *J. Eng. Pedagogy*, 3(2), 14 – 19.
- Rauner, F., Heinemann, L., Maurer, A., Haasler, B., Erdwien, B. & Martens, T. (2013). *Competence development and assessment in TVET (COMET): theoretical framework and empirical results*. Dordrecht: Springer.
- Robinson, R., Molenda, M. & Rezabek, L. (2008). Facilitating learning (pp. 15-48). In: Januszewski, A. & Molenda, M. (Eds.). *Educational technology: a definition with commentary*. Abingdon: Routledge.
- Sadler, D.R. (2013). Making competent judgments of competence (pp. 13-28). In: Blömeke, S., Zlatkin-Troitschanskaia, O., Kuhn, C. & Fege, J. (Eds.). *Modeling and measuring competencies in higher education: tasks and challenges*. Rotterdam: Sense Publishers.

- Şen, Z. (2013). *Philosophical, logical and scientific perspectives in engineering*. Dordrecht: Springer.
- Serikov, V.V. (1994). Lichnostno-orientirovannoe obrazovanie. *Pedagogika*, No. 5, 16 – 21 [Сериков, В.В. (1994). Личностно-ориентированное образование. *Педагогика*, № 5, 16 – 21].
- Stathopoulos, I. (2004). Some thoughts on the market domination in education (pp. 71 – 78). *Proc. 2nd Regional Conf. Eng. Educ. Sofia*, pp. 71 – 78.

DESIGN OF AN EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN ENGINEERING ECOLOGY

Abstract. The effectively formed professional competence is a guarantee, that the graduating students are prepared for the future professional challenges. A technological model of teaching and learning in a compulsory course in engineering ecology from the Bachelor program “Heat Engineering” of TU-Sofia is presented in the article. The technology has been developed on a broad, integrative theoretical basis and on the basis of an international and national studies which are related to the preparation of future engineers. The outlined components of the model - goal setting, learning content, teaching and learning activities, resources and diagnostics are based on a survey of teachers, employers and students on the ability to create the necessary professional competencies. The obtained results prove that the applied model corresponds to the set training objectives, the strategy and the vision for development of TU-Sofia and the requirements of the business. The introduction of modules related to risk assessment, uncertainty, sustainability and environmental impact assessment significantly broadens the prospects of future engineers at the beginning of their careers. The developed technology provides opportunities for creating and validating the appropriate tools for studying students’ achievements and the degree of formation of their professional competencies.

✉ **Dr. Nadia Ilieva**

Engineering Pedagogical Faculty
Technical University – Sofia
59, Bourgasko Shaussee Blvd.
8800 Sliven, Bulgaria
E-mail: nadia_i_i@abv.bg

✉ **Dr. Elena Boiadjieva**

Research Laboratory on Chemistry Education and History and Philosophy of Chemistry
Department of Physical Chemistry
University of Sofia
1, James Burchier Blvd.
1164 Sofia, Bulgaria
E-mail: leni_b@abv.bg