

ДИАГНОСТИКА НА ФОРМИРАНАТА ПРОФЕСИОНАЛНА КОМПЕТЕНТНОСТ НА БЪДЕЩИ ИНЖЕНЕРИ ПО ЕНЕРГЕТИКА

Гл. ас. д-р Надя Илиева

Технически университет – София

Доц. д-р Елена Бояджиева

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Ивалина Маринова

Институт за държавата и правото – БАН

Резюме. Постигането на решения относно климатичните промени, енергията и ресурсите е обвързано с очакванията за адекватна подготовка на специалистите по енергетика. В статията са представени резултати от изследване на формираната професионална компетентност при абсолвенти от бакалавърската програма „Отоплителна, вентилационна и климатична техника“ на ТУ – София. За целта е изготвен инструментариум за диагностициране нивото на компетентност в курса по инженерна екология, включващ четири критериални теста за измерване на постиженията. Определени са нивата на формираната компетентност: номинална, функционална, процесуална и цялостно формирана. Новост е включването на автентични задачи от изпита за квалификация на работещите на сероочистващите инсталации в ТЕЦ „Марица изток 2“ и „Топлофикация – Сливен инж. Ангел Ангелов“ в тестовите задачи на студентите.

Анализът на резултатите показва, че при 28% от учащите професионалната компетентност е изцяло формирана, като те умеят да решават напълно сложни професионални задачи. Базови технически познания и конструктивни инженерни умения притежават 30% от студентите. При 37% от абсолвентите е формирана процесуална компетентност, а 5% имат повърхностни фактологически знания, които не ръководят успешно професионалната дейност.

Ключови думи: професионално образование; професионална компетентност; инженерна екология; околна среда; устойчиво развитие

Въведение

На традиционната представа за позитивна околна среда (неизчерпаем и безкраен източник на ресурси, които отговарят на потребностите на човека)

днес се противопоставя *екологичната представа за позитивна среда*, според която опазването на качеството на околната среда е толкова важно, колкото и удовлетворяването на човешките нужди.

Corral-Verdugo и Frías-Armenta (2016) посочват, че е наложително екологичният подход и принципът за устойчивост да се интегрират в проектите, политиките, плановите и дейностите на университетите и на другите образователни институции. Посланията за устойчиво развитие трябва да се разпространяват не само чрез официалните учебни планове и програми, но и чрез екологично управление на университетите и проява на обща ангажираност към принципите на устойчивото развитие и системите за управление на околната среда като EMAS (Европейска схема за екологично управление и контрол на околната среда) и др.

Редица изследователи в европейското образователно пространство се фокусират върху въпроса „Какви екологични предизвикателства съществуват за бъдещите поколения и как те да се учат така, че да се справят успешно с тези предизвикателства?“. Нарастват и обществените очаквания относно нравствеността и интелекта на абсолвентите, защото е особено важно висшето образование да развие любознателни и отворени в търсенето на истината умове (Kariwo, Gounko & Nungu 2014).

Сред основните цели, заложи в Европейския зелен пакт¹, са: 1) подобряване на енергийната ефективност и намаляване на вредните емисии; 2) декарбонизация на индустрията и преминаване към нисковъглеродна икономика; 3) засилване на научните изследвания в областта на нисковъглеродните технологии и даване приоритет на иновациите, насърчаващи прехода към чисти технологии. Направено в тази връзка проучване сред българските работодатели в областта на енергетиката показва, че липсват специалисти за инсталиране на съоръжения, работещи с биомаса, фотоволтаични и термосоларни системи и вятърни генератори, както и специалисти с професионални умения за качествено изпълнение на проектите за енергийна ефективност.

Смятаме, че у нас, от една страна, не са намерени ясни механизми за бърза адаптация на инженерното образование към съвременните изисквания и ускорен темп на технологични промени, а от друга – липсват адекватни стратегии и инструменти за идентифициране на необходимите *нови знания и умения* (екологични, управленски и др.).

Това постави акцента в представената статия върху диагностиката на постигнатата професионална компетентност у абсолвенти от бакалавърската програма по отоплителна, вентилационна и климатична техника на ТУ – София.

Формиране на професионалната компетентност

Формирането на професионалната компетентност е ясно обосновано в психологическата концепция „Активиране на професионалното и личностното

развитие“ (АПЛР), създадена от С. Bujold и D. Pelletier³. В основата ѝ са конструктивистките възгледи на Жан Пиаже и Лев Виготски и моделът на интелигентността на американския психолог Р. Guilford⁴ в областта на когнитивната психология. Концепцията АПЛР се вписва точно в теорията за познавателното развитие и има за цел да активира професионалното израстване едновременно с интелектуалното, емоционалното и социалното развитие на личността и да стимулира професионалното проектиране. Това включва идентифициране на способностите и нагласите, които правят възможно изпълнението на задачите на професионалното развитие, както и стратегии за подпомагане на учащите да развиват индивидуалните си способности и познавателните си нагласи. Подготовката на учащите преминава през следните етапи.

– **Проучване** – процесът включва активно търсене на новост и промяна, наблюдение и любопитство, изработване на хипотези и „поемане на риск“. При този етап се използва творческо мислене за изследване на информацията. Учащите трябва да са в състояние да разберат всички възможни аспекти на ситуацията или всички елементи на проблема.

– **Изясняване** – като резултат от проучването учащите натрупват различни преживявания и информация. Те трябва да изяснят и да организират своите схващания по отношение на професионалните роли и да използват „категорийно-концептуално мислене“ за систематизиране на информацията.

– **Уточняване** – при този етап учащите определят своите предпочитания; процедурата може да се разглежда като пресечна точка на личните ценности и възможностите, предоставени от средата. Използваната способност е „оценъчно мислене“ за диференциране на това, което е желателно, и онова, което е вероятно.

– **Изпълнение** – в последния етап учащите трябва да се ангажират в изследователски проекти, като използват предишни резултати. Тази стъпка изисква способности на планиране и изработване, които могат да бъдат означени като „приложно мислене“ (Longo 2015).

В теорията „Активиране на професионалното и личностното развитие“ се обсъжда и въпросът за инструментите за оценка, които трябва да се разработват, за да бъдат включени и по-ясно дефинирани желаните цели. Тъй като участието на индивида в цялостната дейност е основна предпоставка за неговото личностно и професионално развитие, учащите трябва да се поставят в ситуации, позволяващи натрупване на опит; осмисляне на преживян опит и интегриране на преживян опит.

Осмислянето на опит се постига при дискусии и обсъждане в студентската група, като наред с това се разкриват сложността и различията на индивидуалните представи и се подпомага рефлексията на учащите. Интегрирането на преживения опит от страна на всеки учащ се свързва с откриване на неговото лично значение и връзките с предишни опити. Формирането на професионал-

ната компетентност има като крайна цел промяна на светогледа и обогатяване начините за адаптация на личността.

Специфика на професионалната компетентност на бъдещи инженери по енергетика

Категорията компетентност се разглежда в различни отрасли на знанието – науките за образованието, психологията, социологията. Съществуващото многообразие от мнения относно съдържанието на понятието професионална компетентност в педагогическата литература и практика определя и разликите в характеризирането на нейната структура. За целите на нашето изследване приемаме често предлаганото дефиниране на професионалната компетентност като система от компетентностни измерения, дефиниращи когнитивните изисквания, на които учащият трябва да отговаря, за да бъде в състояние да решава професионално специфични проблеми и задачи.

В контекста на академичното професионално образование Пиралова (2009) разглежда професионалната компетентност на инженера като набор от мобилни професионално квалификационни, творчески, социално-хуманитарни и лични компетенции, които определят способността му да действа в пазарни условия, и позволяват да постигне резултати, адекватни на изискванията на технологичния прогрес, съвременните социокултурни норми и ценностна ориентация на обществото. Очакванията са иновативното инженерно образование да формира *специфични* компетентности, които специалистите да могат да прилагат в реалната практика при създаването на нови конкурентни продукти в най-кратки срокове. Процесът на създаване на продукти има мултидисциплинарна основа (прилаганите знания са от различни научни области), а всеки продукт от ново поколение изисква все повече фундаментални и приложни научни познания. Практикуващият инженер може да използва информационни технологии за незабавен достъп до всички данни в света, но трябва да притежава и релационно разбиране за данните (да си припомним и да свързва съответните данни), така че да синтезира нова информация за решаване на проблемите.

Реалните нагласи на инженера се отразяват пряко на неговите дизайнерски решения, независимо от естеството на проблема. Той е лидер на набор от ресурси – финансови, лични и материални, чието успешно ръководене изисква самокритичност, любопитство и смелост, а те, от своя страна, водят към творчество и иновации. В тази връзка компетентностното професионално обучение трябва да съчетава преднамерен и прозрачен подход за разработване на учебни планове (с участието и на работодателите) с академичен модел, според който студентите придобиват и демонстрират своите знания и умения чрез участие в изследователски по характер дейности, съответстващи на ясно определени програмни резултати. Препоръчваме като полезен прием

още през първата година на обучение да се акцентира както на връзката между преподавания учебен материал и бъдещата инженерна дейност, така и на перспективите за научно, технологично, икономическо и социално индивидуално развитие. Това засилва мотивацията за учене и за задълбочено разбиране на теорията чрез практиката – студентите се научават по-ясно да формулират и да изследват проблеми, да анализират и интерпретират получените резултати. Споделяме направеното обобщение, че съвременното инженерно образование изисква интегриране на обществените, икономическите, екологичните, правните и политическите условия с развитието на технологиите и иновациите (Borovkov et al. 2012).

Съществува опит от страна на някои автори за разграничаване на **квалификацията** (приемайки я като неутрално в морално-етично отношение понятие) от **професионалната компетентност**, която е способността на специалиста да взема решения и да се действа в унисон с изискванията за **професионален дълг** и **обществен морал**. Смятаме, че подобен критерий за разграничаване е твърде спорен, защото в съвременните общества има разлики в морала не само на различните професии, но и на различните роли, които едно лице трябва да играе. Както отбелязват Beck и Zlatkin-Troitschanskaia (2013), критериите за обществен дълг и морал днес са твърде относителни и размити, което изисква да бъде преосмислено професионалното образование по отношение на неговите етични основи.

Конкретно професионалната компетентност на бъдещите инженери по енергетика е съвкупност от компетенции за проектиране, производство и експлоатация на надеждни конструкции и машини; решаване на неизвестни задачи в условията на неопределеност и възникващи нови сфери на специализация; професионално усъвършенстване и мобилност; извършване на професионални дейности, допринасящи за устойчиво обществено развитие и ефективно намаляване на екологичните проблеми. Съществена черта на вече формираната професионална компетентност е целенасоченото приложение на създадените компетенции за прогнозиране, планиране и реализиране на собствения потенциал.

В европейския проект за развитие и оценка на компетентността в професионалното образование² (COMET) нивата на компетентност са определени въз основа на уменията за решаване на професионални работни задачи. За първо ниво на професионалната компетентност е приета функционалната компетентност. Това ниво не е подчинено или нулево ниво на компетентността, но е разграничено, тъй като липсващите или недостатъчни функционални способности не могат да се компенсират от концептуално-процесуалната компетентност, която е второ ниво на професионалната компетентност. Третото ниво е цялостно формираната професионална компетентност, която изразява очакването, че след завършването си учащият е „въоръжен“ със знанията,

способностите и уменията (квалификацията), дефинирани в учебната програма (Rauner et al. 2013).

Методология, параметри и резултати от изследването

Емпиричното изследване е проведено през учебните 2021/22 г. и 2022/23 г. Целевата група е студенти от последния курс ($N = 20$) на бакалавърската програма „Отоплителна, вентилационна и климатична техника“ на ТУ – София, ИПФ – Сливен. Изготвен е инструментариум за диагностика на студентските постижения и степента на формираната професионална компетентност в курса по инженерна екология. Разработени са критериални тестове за измерване на постигнатите резултати и нивото на формираната компетентност, като са използвани редица литературни източници (Apel & Weuster-Botz 2015; Arnon et al. 2014; Li et al. 2015) и др. При конструиране на тестовете са съблюдавани следните изисквания: предварителна идентификация и конкретизация на учебните цели, дефинирани в учебната програма като компетенции; определяне параметрите за класифициране/групиране на задачите в отделните тестове, така че да се направи смислен анализ на резултатите; формулиране на качествени и количествени критерии за постигнатите нива на компетентност; избягване на често допусканата грешка за нереалистични изисквания към тестовия бал.

В случай че се използват критериални тестове за оценяване, съществува възможност всички студенти да получат отлични оценки, когато са усвоили 100 % от предвидения материал, или съответно слаби оценки. Наред с това, когато тестовете са проектирани за измерване на *различни* постижения и оценяването на надеждността става чрез коефициента **алфа на Кронбах**, оценките на надеждност имат ниски стойности (Cronbach 1988). Ниска надеждност имат също и тестове, чрез които се проверява усвояването на сложни понятия. Приема се, че коефициенти на надеждност в интервала 0,7 – 0,8 са достатъчно добри за изследователски цели.

За проверка на съдържателната валидност на конструираните тестове е направена независима експертна оценка от двама хабилитирани преподаватели по инженерна екология.

В изследването, което е свързано с реализацията на компетентностния подход, участват 20 студенти, които са информирани предварително за целите му и показват подчертано позитивно отношение, което, смятаме, се дължи на допълнителната педагогическа квалификация, която те получават в Инженерно-педагогическия факултет на ТУ – София.

Важно е да се отбележи, че съдържанието на отделни задачи в тестовете съответства на въпросите, включени в изпита за квалификация на работещите на сервоочистващите инсталации в ТЕЦ „Марица изток 2“ и „Топлофикация – Сливен инж. Ангел Ангелов“. Поради съобразяването ни с изискването изпитният тест да бъде проведен два месеца след основния експеримент, еди-

ният от тестовете е използван за обратна връзка и студентска саморефлексия относно усвояването на модулите „Основни методи и съоръжения за индустриално пречистване на газове“ и „Инженерни методи и средства за пречистване на водите“.

За оценяване на учебните постижения по дисциплината е използван четирикомпонентен модел на професионалната компетентност на бъдещи инженери по енергетика, представен подробно в предишна наша публикация (Илиева & Бояджиева 2013). Показателите, въз основа на които са оценявани студентите, са:

- *умения за планиране на кариерата*, включващи готовност за решаване на проблеми; умения за критично мислене; умения за конструктивна комуникация;

- *умения за интегративно мислене*, включващи създаване на връзки и модели чрез анализ на теоретични, практически, екологични, социални и технологични данни; познаване на екологичното законодателство; умения за проектиране на нисковъглеродни технологии;

- *умения за решаване на задачи в условия на неопределеност*, включващи решаване на нестандартни изследователски задачи, свързани с експлоатацията на съвременно оборудване; умения за използване на новите информационни технологии; умения за работа по научни проекти;

- *социално-психологически компетенции*, включващи екипна дейност и умения за търсене, обработване и тълкуване както на вербална, така и на невербална информация. Този показател е оценяван чрез *наблюдение* от преподавателите, дейности на студентите по учебни проекти, участие в дискусии и решаване на екологични казуси/инциденти. Съществува вероятност от известна неточност при оценяването по този показател, тъй като са публикувани резултати от изследвания в инженерното образование, доказващи **високо ниво на стрес** у студентите при представяне на курсов проект или задача пред преподавателя и състудентите както по време на сесия, така и при реализиране на учебна единица и/или педагогическа ситуация (Simeonova-Ingilizova 2022).

Академичните постижения са определени чрез коефициента на усвояване **К**, който е изчислен за отделните показатели/компоненти на професионалната компетентност (за една и съща извадка учащи) в курса по инженерна екология. Представеният коефициент на усвояване е частно на получения от всеки студент брой точки по даден показател и максималния възможен брой точки по същия показател, като това позволява да се сравняват постиженията на учащите по отделните групи задачи за всеки от тестовете (**К** има стойности в интервала $0 \div 1$).

В таблица 1 са представени показателите за групиране на задачите от трите теста (T1, T2, T3), както и съкратените означения на групите променливи.

Таблица 1. Описание на груповите променливи

Показатели за групиране на задачите	Означаване на груповата променлива	Проценти и брой задачи
Умения за планиране на кариерата (УПК)	УПК за Т1 УПК за Т2 УПК за Т3	32 % (8 бр.) 36 % (9 бр.) 36 % (9 бр.)
Умения за интегративно мислене (УИМ)	УИМ за Т1 УИМ за Т2 УИМ за Т3	36 % (9 бр.) 36 % (9 бр.) 36 % (9 бр.)
Умения за решаване на задачи в условия на неопределеност (УРЗ)	УРЗ за Т1 УРЗ за Т2 УРЗ за Т3	32 % (8 бр.) 28 % (7 бр.) 28 % (7 бр.)

След проведените тестирания са изчислени средната стойност за коефициента на усвояване K_{mean} , стандартното отклонение SD, коефициентът на вариация V, коефициентите на асиметрия As и ексцес Ex (за изследване графичните свойства на разпределенията). Получените числови стойности на K_{mean} ; SD и V са дадени в таблица 2.

Сравняването на средните стойности за коефициента на усвояване K по трите показателя за трите теста показва, че постиженията на студентите по всеки от показателите се повишават, като те са най-ниски за показателя интегративно мислене на тест 1 (0,346) и най-високи за показателя планиране на кариерата от изпитния тест (0,701). От анализа на получените стойности за стандартното отклонение K_{mean} се вижда, че разсейването е най-голямо при отговорите на задачите, свързани с уменията за планиране на кариерата в третия тест.

Стойностите на коефициентите на вариация са близки до 0,3, което характеризира разсейването на резултатите от тестовите по различните показатели като *умерено*.

Таблица 2. Числови характеристики на K_{mean} , SD и V, N=20

Коефициент на усвояване	K_{mean}	SD	V
$K_{УПК за Т1}$	0,445	0,133	0,298
$K_{УПК за Т2}$	0,482	0,139	0,288
$K_{УПК за Т3}$	0,701	0,187	0,266

$K_{\text{УИМ за T1}}$	0,346	0,128	0,369
$K_{\text{УИМ за T2}}$	0,505	0,126	0,249
$K_{\text{УИМ за T3}}$	0,643	0,166	0,248
$K_{\text{УРЗ за T1}}$	0,389	0,127	0,326
$K_{\text{УРЗ за T2}}$	0,510	0,167	0,327
$K_{\text{УРЗ за T3}}$	0,653	0,134	0,205

Интерпретацията на представените резултати доказва, че използваният основно компетентностен подход на преподаване и учене по инженерна екология води до реално подобряване на студентските постижения. Поради показаните отклонения на разпределенията за коефициентите на усвояване (в сравнение с нормалните разпределения) е изследвано наличието на статистически значима разлика в средния коефициент на усвояване по отделните показатели. Приложен е непараметричният χ^2 -критерий на Фридман за количествени данни и три зависими извадки. Резултатите от направения анализ са представени в таблица 3.

Таблица 3. Резултати от χ^2 -критерий на Фридман, $N=20$

Коефициент на усвояване	Среден ранг	$\chi^2_{\text{емп.}}$	Df	Равнище на значимост
$K_{\text{УПК за T1}}$	1,60	24,667	2	0,01
$K_{\text{УПК за T2}}$	1,78			
$K_{\text{УПК за T3}}$	2,63			
$K_{\text{УИМ за T1}}$	1,31	34,352	2	0,02
$K_{\text{УИМ за T2}}$	2,08			
$K_{\text{УИМ за T3}}$	2,61			
$K_{\text{УРЗ за T1}}$	1,48	16,650	2	0,01
$K_{\text{УРЗ за T2}}$	2,23			
$K_{\text{УРЗ за T3}}$	2,30			

Решението за статистическа значимост в разликите на средния коефициент на усвояване по отделните показатели е взето въз основа на стойностите за равнището на значимост p , които са по-малки от избраната вероятност за

грешка от първи род $\alpha=0,05$ и съответните емпирични характеристики χ^2_{emp} , които са по-големи от т. нар. теоретична статистика ($\chi^2_{теор.} = 5,99$). Следователно наличието на статистически значима разлика в резултатите от тестовете по отделните показатели за всеки участник доказва тенденция за повишаване на студентските постижения.

За интерпретиране на резултатите от компетентностното преподаване и учене е изчислено **нивото на компетентност** на всеки абсолвент. Въведено е нулево ниво, описващо евентуалната липса на формирана компетентност в курса по инженерна екология, и са използвани трите нива на компетентност, изведени в Европейския проект за развитие и оценка на компетентността в професионалното образование, а именно:

– ниво на компетентност (0) – **номинална професионална компетентност**. Учащи, които са на това ниво, все още нямат формирана професионална компетентност;

– ниво на компетентност (1) – **функционална професионална компетентност**;

– ниво на компетентност (2) – **концептуално-процесуална компетентност**;

– ниво на компетентност (3) – **цялостно формирана професионална компетентност**.

Тя изразява очакването, че завършващият е „въоръжен“ със знанията, способностите и уменията (квалификацията), дефинирани в съответната учебна програма (Rauner et al. 2013).

Скалата за определяне на постигнатото ниво на компетентност (при възможен максимален брой точки 100, определен в изискванията на учебната програма) е описана в таблица 4.

Таблица 4. Скала за оценяване нивото на компетентност

Ниво на компетентност	Академично постижение
Номинална компетентност	0 ÷ 40 точки
Функционална компетентност	41 ÷ 60 точки
Процесуална компетентност	61 ÷ 79 точки
Цялостно формирана компетентност	80 ÷ 100 точки

Семестриалният рейтинг (общият брой точки за всеки студент) е сума от точките, получени от семестриалните тестове (максимален брой 30), заключителния изпитен тест (максимален брой 60) и наблюдение (максимален брой 10). В таблица 5 са представени честотните характеристики на индивидуалния рейтинг, получен от всеки учащ.

Таблица 5. Честотни характеристики на индивидуалния рейтинг

Рейтинг	Честота	Относителна честота, %
До 40 точки	2	5
41 – 60 точки	12	30
61 – 79 точки	15	37
Над 80 точки	11	28

Анализът на резултатите показва, че двама (5%) от учащите в последния семестър на бакалавърската програма имат номинална компетентност (нулево ниво), което се характеризира с повърхностни фактологически знания, които не могат да ръководят бъдещата професионална дейност, а познаването на професионалните термини е на ниво разговорен език. Функционална компетентност е формирана при 30 % от студентите, които имат основни технически познания, водещи до конструктивни инженерни умения... („знае, че“). Концептуално-процесуална компетентност притежават 37 % от завършващите. Те имат формирани умения за решаване на професионални задачи в контекста на работните процеси и възникващи нови ситуации. Процесуалните им знания водят до компетентност за професионално действие... („знае как“). При 28 % от студентите професионалната компетентност е изцяло формирана. Те умеят да решават напълно сложни професионални задачи, като решават проблемите в съответствие с разнопосочни изисквания и с оглед на интелигентни компромиси. Очакванията ни са специалистите с изградени способности за решаване на производствени проблеми и за създаване на конкурентни технологии и оборудване да бъдат успешни на трудовия пазар.

Заклучение

Проблемът за формирането на професионалната компетентност е ключов, защото е известно, че у нас квалификацията на значителна част от завършващите висше образование не отговаря на изискванията на пазара на труда, а нивото на техните амбиции/претенции е неоправдано високо. Усилията на образователните институции са насочени към търсене на решения в полето на науките за образованието (философия, психология, педагогика). Осмислянето на динамиката в индустрията и технологиите доказва необходимостта от приоритетно формиране и усъвършенстване на процедурните и обуславящите знания и умения.

Направеният теоретичен анализ, резултатите от представеното експериментално изследване и професионалният ни опит показват, че най-ефективни подходи за формиране и развитие на професионалната компетентност на бъдещите инженери са компетентностният, конструктивисткият и екологичният. Реализацията им отнема повече време и усилия в сравнение с традицион-

ните методи, но осигурява ефективно приложение на наученото от студентите в нови ситуации. Наложителни са трансформации и в контролно-оценъчните процедури и средствата за ефективно измерване на резултатите от преподаването и ученето в академична среда.

В бъдещата си работа ще търсим възможности за повишаване качеството на образование чрез засилено сътрудничество с работодателите в съответната професионална област за съвместно решаване на професионални задачи и ясно формулиране на учебните цели като планирани резултати; „смяна на ролите“ на преподавателя и студентите; качествени изследвания за прецизиране на критериите за „наблюдение на терен“ в курса по инженерна екология.

БЕЛЕЖКИ

1. Европейски зелен пакт – https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_bg.
2. Проект за развитие и оценка на компетентността в професионалното образование (COMET) – <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2018:189:FULL&from=FR>.
3. Bujold, C. (1974). Activation of Vocational and Personal Development. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED112287>.
4. Модел на Дж. Гилфорд. <https://historyancient.ru/bg/ilovaisky-d-ithe-development-of-russia/dzh-gilford-i-ego-model-struktury-intellekta-tristorony/>.

ЛИТЕРАТУРА

- БОРОВКОВ, А., БУРДАКОВ, С., КЛЯВИН, О., МЕЛЬНИКОВА, М., ПАЛЬМОВ, В. & СИЛИНА, Е., 2012. *Современное инженерное образование*. Санкт-Петербург: Изд. Политехнический университет.
- ИВАНОВ, И., 2006. *Педагогическа диагностика*. Шумен: Унив. изд. „Епископ Константин Преславски“.
- ИЛИЕВА, Н. & БОЯДЖИЕВА, Е., 2013. Съвременни изисквания към професионалната подготовка на инженери по енергетика. *Химия*, Т. 22. № 4, с. 516 – 532.
- ПИРАЛОВА, О., 2009. *Современное обучение инженеров профессиональным дисциплинам в условиях многоуровневой подготовки*. Москва: Академия Естествознания.
- СИМЕОНОВА-ИНГИЛИЗОВА, М., 2022. Академичният стрес при обучение на студенти от инженерни и педагогически специалности, *J. Announcements of Union of Scientists – Sliven*, Т. 37, № 1, с. 94 – 102. ISSN: 1311 2864.

- APEL, A. & WEUSTER-BOTZ, D., 2015. Engineering solutions for open microalgae mass cultivation and realistic indoor simulation of outdoor environments. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, vol. 38, no. 6, pp. 995 – 1008.
- ARNON, I., COTTRIL, J., DUBINSKY, E., OKTAC, A., FUENTES, S., TRIGUEROS, M. & WELLER, K., 2014. *APOS Theory. A Framework for Research and Curriculum Development in Mathematics Education*. New York: Springer.
- BECK, K. & ZLATKIN-TROITSCHANSKAIA, O., 2013. *From Diagnostics to Learning Success*. Rotterdam: Sense Publishers.
- CORRAL-VERDUGO, V. & FRIAS-ARMENTA, M., 2016. The sustainability of positive environments. *Environmemt, Development and Sustainability*, vol. 18, no. 4, pp. 965 – 984.
- CRONBACH, L., 1988. Internal consistency of tests: Analyses old and new. *Psychometrika*, vol. 53, no. 1, pp. 63 – 70.
- KARIWO, M., GOUNKO, T. & NUNGU, M. (Eds.), 2014. *A Comparative Analysis of Higher Education Systems*. Rotterdam: Sense Publishers.
- LI, J., CHEN, H., LI, ZH. & WANG, P., 2015. Low-level temperature inversions and their effect on aerosol condensation nuclei concentrations under different large-scale synoptic circulations. *Advances in Atmospheric Sciences*, vol. 32. no. 7, pp. 898 – 908.
- LONGO, L., 2015. Activation of the Vocational and Personal Development (ADVP): an innovative educational orientation methodology (pp. 4956 – 4962). In: *9th International Technology, Education and Development Conference*, 2 – 4 March, Madrid, Spain.
- RAUNER, F.; HEINEMANN, L.; MAURER, A.; HAASLER, B.; ERDWIEN, B. & MARTENS, T., 2013. *Competence Development and Assessment in TVET (COMET)*. London: Springer.

REFERENCES

- APEL, A. & WEUSTER-BOTZ, D., 2015. Engineering solutions for open microalgae mass cultivation and realistic indoor simulation of outdoor environments. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, vol. 38, no. 6, pp. 995 – 1008.
- ARNON, I.; COTTRIL, J.; DUBINSKY, E.; OKTAC, A.; FUENTES, S.; TRIGUEROS, M. & WELLER, K., 2014. *APOS Theory. A Framework for Research and Curriculum Development in Mathematics Education*. New York: Springer.
- BECK, K. & ZLATKIN-TROITSCHANSKAIA, O., 2013. *From Diagnostics to Learning Success*. Rotterdam: Sense Publishers.

- BOROVKOV, A.; BURDAKOV, S.; KLIAVIN, O.; MELNIKOVA, M.; PALMOV, V. & SILINA, E., 2012. *Sovremennoe inzhenernoe obrazovanie*. St. Petersburg: Polytechnic University.
- CORRAL-VERDUGO, V. & FRIAS-ARMENTA, M., 2016. The sustainability of positive environments. *Environmemt, Development and Sustainability*, vol. 18, no. 4, pp. 965 – 984.
- CRONBACH, L., 1988. Internal consistency of tests: Analyses old and new. *Psychometrika*, vol. 53, no. 1, pp. 63 – 70.
- ILIEVA, N. & BOYADJIEVA, E., 2013. Modern requirements for the professional training of power engineers. *Chemistry*, vol. 22, no. 4, pp. 516 – 532. ISSN: 2738-7135 (Print), 2738-7143 (Online).
- IVANOV, I., 2006. *Pedagogical diagnostics*. Shumen: Univ. ed. “Bishop Constantine of Preslav”.
- KARIWO, M.; GOUNKO, T. & NUNGU, M. (Eds.), 2014. *A Comparative Analysis of Higher Education Systems*. Rotterdam: Sense Publishers.
- LI, J.; CHEN, H.; LI, ZH. & WANG, P., 2015. Low-level temperature inversions and their effect on aerosol condensation nuclei concentrations under different large-scale synoptic circulations. *Advances in Atmospheric Sciences*, vol. 32, no. 7, pp. 898 – 908.
- LONGO, L., 2015. Activation of the Vocational and Personal Development (ADVP): an innovative educational orientation methodology (pp. 4956 – 4962). In: *9th International Technology, Education and Development Conference*, 2 – 4 March, Madrid, Spain.
- PIRALOVA, O., 2009. *Modern training of professional engineering disciplines in the conditions of multi-level training*. Moscow: Academy of Natural Sciences.
- RAUNER, F., HEINEMANN, L., MAURER, A., HAASLER, B., ERDWIEN, B. & MARTENS, T., 2013. *Competence Development and Assessment in TVET (COMET)*. London: Springer.
- SIMEONOVA-INGILIZOVA, M., 2022. The academic stress in teaching students of engineering and pedagogical specialties, *J. Announcements of Union of Scientists – Sliven*, vol. 37, no. 1, pp. 94 – 102. ISSN: 1311 2864.

DIAGNOSTICS OF THE FORMED PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE ENERGY ENGINEERS

Abstract. Reaching decisions on climate change, energy and resources is tied to expectations for adequate training of energy professionals. The article presents the results of a study of the formed professional competence of graduates from the „Heat Engineering“ bachelor's program of TU – Sofia. For this purpose, a toolkit was prepared for diagnosing the level of competence in the engineering ecology course, including four criterion tests for measuring achievements. The levels of formed competence are defined: nominal, functional, procedural and comprehensive competence. A novelty is the inclusion of authentic tasks from the exam for the qualification of the workers of the desulphurization installations in TPP “Maritsa Iztok 2” and “Toplofikatsia – Sliven Eng. Angel Angelov” in the test tasks of the students.

The analysis of the results shows that in 28% of the students the professional competence is fully formed, and they are able to solve completely complex professional tasks. Basic technical knowledge and constructive engineering skills are possessed by 30% of students. In 37% of the graduates have developed procedural competence, and 5% of students have superficial factual knowledge that does not successfully manage professional.

Keywords: professional education; professional competence; engineering ecology; environment; sustainable development

✉ **Dr. Nadia Ilieva**

Engineering Pedagogical Faculty

Technical University – Sofia

E-mail: nadia_i_i@abv.bg

✉ **Dr. Elena Boiadjieva, Assoc. Prof.**

Department of Physical Chemistry

Faculty of Chemistry and Pharmacy

Sofia University

1, James Bourchier Blvd.

1164 Sofia, Bulgaria

E-mail: exeb@chem.uni-sofia.bg

✉ **Ivalina Marinova**

Institute for the State and Law

Bulgarian Academy of Sciences

E-mail: ivalinasvetlimarinova@abv.bg.