



СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

Факултет по химия и фармация

Катедра „Физикохимия“

Учебно-научна лаборатория по химическо образование и история и философия на химията

Надя Иванова Илиева

Подготовка на инженери в науката за образованието: компетентности, стратегии и инструменти

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация за присъждане
на образователната и научна степен „доктор“
по професионално направление – 1.3 Педагогика на обучението по...
(Методика на обучението по химия)

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ
доц. д-р Елена Бояджиева

София, 2017

Дисертационният труд се състои от въведение, четири глави, заключение, библиография от 253 заглавия (113 на кирилица и 140 на латиница), 14 интернет източника, 33 таблици и 19 фигури. Общият обем на изследването е 166 страници. Приложено е *допълнително книжно тяло*, което съдържа 13 приложения в обем 68 стр.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от катедрен съвет на Катедрата по физикохимия (Учебно-научна лаборатория по химическо образование и история и философия на химията) на Факултета по химия и фармация при СУ „Св. Климент Охридски“, проведен на 16 януари 2017 г.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на от часа в Заседателната зала на Факултета по химия и фармация при СУ „Св. Кл. Охридски“, бул. „Джеймс Баучер“ №1.

Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се във Факултета по химия и фармация при СУ „Св. Климент Охридски“, бул. „Джеймс Баучер“ №1, каб. 107.

СЪДЪРЖАНИЕ

ВЪВЕДЕНИЕ	5
I ГЛАВА. МЕТОДОЛОГИЧЕСКА ПОСТАНОВКА НА ДИСЕРТАЦИОННАТА РАБОТА	5
II ГЛАВА. СТРАТЕГИИ И ПОДХОДИ В СЪВРЕМЕННАТА ПОДГОТОВКА НА ИНЖЕНЕРИ ПО ЕНЕРГЕТИКА	7
ГЛАВА III. ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА ТЕХНОЛОГИЯ ПО ИНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГИЯ	15
ГЛАВА IV. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНИЯ МОДЕЛ ПО ИНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГИЯ	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	32
Научни приноси	34
Хоризонт на изследването	34
ЛИТЕРАТУРА	35
ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА	39
УЧАСТИЕ В НАУЧНИ ФОРУМИ	39

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременното инженерно образование е призвано да играе важна роля в решаването на редица социално-икономически, екологични и технологични предизвикателства, стоящи пред гражданското общество. Постигането на решения относно климатичните промени, енергията и ресурсите е обвързано с научните изследвания в областта на професионалното образование и с обществените очаквания за *адекватна подготовка* на бъдещите специалисти по енергетика. Изследванията се активират и от засилващата се глобализация, която предизвиква трансформация в националните образователни системи и изисква университетите да бъдат по-ефективни и конкурентоспособни на международния пазар за висше образование. Формирането на европейско образователно пространство в областта на професионалното образование поставя фокуса върху достъпа до европейските пазари на труда и реализацията на бъдещите специалисти.

Водеща стратегия в инженерното образование днес е компетентностния подход, разглеждан като методологична цялост от предпоставки, цели, условия и принципи за формиране на професионални компетенции, които завършващите са способни да прилагат в реалната практика. Използването на компетентностния подход в подготовката и продължаващото обучение на инженери по енергетика е малко дискутирано в българската специализирана литература. Наред с това **наредбата** за единните държавни изисквания за придобиване на висше образование по специалностите „Топло- и ядрена енергетика“ и „Топлотехника“ от професионално направление „Топлинна техника и технологии“ е **отменена** с Постановление № 162 на МС от 23.07.2002 г. (Обн., ДВ, бр. 76 от 6.08.2002 г.). В настоящия момент все още не са приети единни държавни изисквания за придобиване на висше образование по тези бакалавърски програми.

Това даде насоката на настоящото изследване и на опита да се изяснят ползите и проблемите от използването на компетенциите като оперативни цели и планирани резултати от обучението; механизмите за формиране на способности за използване на знанията и уменията при създаването на нови технологии; спецификата на професионалната дейност и кои компетенциите, пряко отговарят за ефективността на дейността.

Дисертационната работа се състои от въведение, четири глави и заключение, насочени към темата за ефективната инженерна подготовка и стратегиите, подходите и инструментите за постигането ѝ. Първа глава съдържа изследователската концепция и методите за събиране на данни. Във втора глава е направен критичен анализ на литературни източници от различни области, очертаващ нашата гледна точка за релевантността на компетентностния подход в инженерното образование, спецификата на професионалната дейност и стратегиите за формиране на професионалната компетентност у бъдещи инженери по енергетика. Трета глава описва процеса на проектиране и изследване на компетентностно-базирана образователна технология за моделиране на преподаването и ученето по инженерна екология. Четвърта глава представя резултатите от експерименталното изследване, техния анализ и обсъждане.

ГЛАВА I. МЕТОДОЛОГИЧЕСКА ПОСТАНОВКА НА ДИСЕРТАЦИОННАТА РАБОТА

I.1. Изследователска концепция - цел, изследователски въпроси и задачи

Целта на изследването е да се идентифицират и оценят компетенциите, изграждащи професионалната компетентност на бъдещите инженери по енергетика и да се създаде и приложи експериментално образователна технология, насочена към формирането на тези компетенции чрез съвременни педагогически стратегии и инструменти, конкретно в курса по инженерна екология.

Възникналите **изследователски въпроси** са:

1. Кои компоненти в структурата на компетентността са определящи при моделирането на професионалната компетентност?
2. Какви професионални компетенции трябва да притежават бъдещите инженери по енергетика в съответствие с изискванията на екологосъобразната икономика и кои групи заинтересовани страни трябва да участват в тяхното определяне и оценяване?
3. Кои педагогически стратегии и инструменти са най-ефективни за формиране и развитие на професионалната компетентност на бъдещите инженери по енергетика?
4. Какви трансформации в инженерната подготовка (включително в контролно-оценъчните процедури) се нужни за постигане на успешна професионална реализация?
5. Доказват ли нагласите на студентите положително отношение към създадената конструктивистка академична среда в курса по инженерна екология?

От формулираните цел и изследователски въпроси произтичат и основните задачи:

1. Теоретични задачи.

- 1.1. Да се моделира интегралният панел на професионалната компетентност чрез анализ и интерпретация на литературни източници в областта на философията, психологията, педагогиката и педагогическата практика.
- 1.2. Да се определят методологическите и технологическите възможности на съвременни дидактически стратегии и инструменти за формиране на идентифицираните професионални компетенции.
- 1.3. Да се обоснове концепция за образователна технология, която отразява спецификата на конкретната професионална дейност и на курса по инженерна екология.
- 1.4. Да се актуализират образователните цели, съдържание, методи на преподаване и учене, контролно-оценъчни процедури в учебната програма и курса по инженерна екология на базата на формулираните първоначални изследователски виждания и предположения.

2. Практически задачи.

- 2.1. Да се разработи образователна технология и подходящ инструментариум за изследване компонентите на създадената технология и на постиженията на студентите.
- 2.2. Да се прецизира дизайнът на технологията за преподаване и учене на база проучвания на мнението на експерти за качествата на предложената актуализирана учебна програма.
- 2.3. Да се проведе педагогически експеримент за валидиране на създадената образователна технология в реална академична среда, като се проверят нейната приложимост и ефективност.
- 2.4. Да се изследва нивото на формираната у студентите професионална компетентност и нагласите на студентите относно характера на учебната среда и качествата на курса по инженерна екология.
- 2.5. Да се извърши статистически анализ на данните и интерпретация на резултатите и тяхното приложение.
- 2.6. Да се разкрият перспективите за следващи проекти и изследвания.

За да се отговори на изведените цел, въпроси и задачи в дисертационната работа са използвани следните количествени и качествени методи **за събиране на данни**:

1. Теоретичен анализ и синтез.
2. Експертна оценка.
3. Педагогическо моделиране.
4. Анкетирание.
5. Психологическо скалиране.
6. Тестиране.
7. Педагогически експеримент.

8. Наблюдение.

9. Статистически методи.

В дисертацията е използван методологически плурализъм („*триангулация*“), който има множество предимства, обосновани в литературните източници. Комбинацията на количествени и качествени изследователски подходи е най-добрият начин за контролиране на „пристрастията и ограниченията“ на всеки метод, като се прилага набор от допълващи се методи (Bryman, 2007; Falode & Onasanya, 2015).

Използвани са три взаимно допълващи се метода: проучване, тестване и наблюдение на академичната учебна среда, като нашите аргументи за смесен подход произтичат от теоретичния анализ и липсата, както на единна теория за оценяване на уменията, така и на строги методи и количествени доказателства за оценка на мотивацията, нагласите и отношението на студентите към екологичните проблеми и въпросите на устойчивостта. За да се разбере бързо променящия се социален свят, трябва да се проучва не само информация, която може лесно да се определи количествено, но и такава, която не може (като се следи за преимуществата и ограниченията на всеки метод).

ГЛАВА II. СТРАТЕГИИ И ПОДХОДИ В СЪВРЕМЕННАТА ПОДГОТОВКА НА ИНЖЕНЕРИ ПО ЕНЕРГЕТИКА

II.1. Компетентностен подход: концептуална рамка

Ученето е признато като единствения устойчив отговор на една вечно и бързо променяща се среда. Това насочва вниманието към търсенето на условия за неговата демократизация (Божилова, 2011) и за прилагане на адекватни образователни стратегии и подходи, формиращи „компетенциите на двадесет и първи век“ чрез включване на знания от различни научни области (Dumont et al., 2010; Van den Bossche et al., 2013).

За изясняване полезността на „интегралния социално-личностен феномен“ (Зимняя, 2008) **компетентност** е разгледана концепцията на компетентностния подход, съвременното ѝ развитие и връзката с другите подходи в инженерната подготовка, както и съществуващите изследователски неясноти. Аргументирано е виждането, че уникалните характеристики на този подход го правят полезна концепция за разбиране, диагностициране и подобряване на професионалното образование и за преодоляване на съществуващото противоречие между търсенето на висококвалифицирани специалисти на пазара на труда и реалното предлагане.

Проблемът за категориите компетенция и компетентност и свързаните с тях родови категории *качество; свойство; майсторство, човек* е представен във философски, онтологичен и епистемологичен план (Борытко, 2007; Ибрахимов, 2011; Суббето, 2006). Анализирани са взаимовръзките на категориите компетенция и компетентност с психологическите понятия нагласи; готовност; способност и диспозиции, които връзки имат мотивационна основа и се определят от готовността за проява на компетентност и активно отношение към нейното съдържание. *Познавателната готовност*, стремежът за системно самообразование и творческо саморазвитие е база за формиране на култура на самоопределяне у бъдещите специалисти, която някои изследователи означават с термина „ролева“ компетенция (Милков, 2011; Пиралова, 2009).

В изследването са дискутирани подходите, които диференцират категориите компетенция и компетентност - поведенчески, функционален и холистичен подход (Байденко, 2004; Костова, 1998; Ширяев, 2013; Hoffmann, 1999; Spenser & Spenser, 1993).

Разгледаните във втора глава интерпретации на категорията компетенция насочват вниманието към следните общи характеристики: 1) *обобщеност*, която дава възможност за пренос на компетенции към различни видове дейност; 2) *функционалност*, която отразява включването в една или друга дейност; 3) *гъвкавост*, която се обуславя от променящите се потребности в хода на общественото развитие. Компетенциите се реализират в конкретни области на дейност и могат да бъдат оценявани.

Компетенциите на бъдещия инженер по енергетика са динамична система от знания, умения, опит и лични качества, които трябва да бъдат формирани за ефективно изпълнение на професионалната дейност в областта на енергетиката.

В таблица II.1 е представена класификация на компетенциите въз основа на критериите, посочени в литературните източници.

Таблица II.1. Видове компетенции

Видове компетенции	Критерии	Автори
<i>Меки</i> <i>Твърди</i>	Свързани с поведението Свързани с техническите умения	М. Армстронг
<i>Универсални</i> <i>Предметно-специализирани</i>	Инструментални, междуличностни и системни Компетенции, отнасящи се до предметната област	Проект TUNING
<i>Прагови</i> <i>Диференциращи</i>	Минималните компетенции, изисквани за ефективна работа Компетенции, разграничаващи най-добрите изпълнители от средните	L. Spenser & S. Spenser, 1993
<i>Общи</i> <i>Функционални</i> <i>Специфични</i> <i>Отличителни</i> <i>Прагови</i> <i>Трансформационни</i>	Значими за успеха в организацията Общи за група длъжности със сравнително близки функции Характерни за конкретна длъжност Разграничаващи успешните изпълнители от средното ниво Притежавани от заемащия длъжността Развиващи се компетенции	Zwell, 2000
<i>Организационни</i> <i>Длъжностни</i> <i>Персонални</i>	Уникални фактори, даващи възможност на организацията да бъде конкурентоспособна Качества и умения, необходими за постигане на ефективност в работата Лични умения, постижения и резултати	Крысин, 2000
<i>Ключови</i>	Да се научим да правим; да се научим да учим; да се научим да живеем заедно; да се научим да бъдем	Жак Делор, 1997
<i>Ключови</i> <i>Базови</i> <i>Функционални</i>	Комплексните компетенции, преносими в различни образователни, професионални и житейски ситуации Компетенциите, изисквани за конкретната професионална дейност Компетенциите, присъщи за дадено работно място или организация	Домрачева, 2007, Rychen & Salganik, 2001
<i>Ключови</i> <i>Универсални</i> <i>Специфични</i>	Единство на общи знания и умения Личностни и социални Високо ниво на владение на дейността и готовност за справяне с големи групи задачи	Алисултанова, 2010

Приемаме гледната точка на Боярский и Коломиец (2007), че представите за същността на компетенциите с течение на времето могат да се променят значително, следователно, всички определения на компетенциите трябва да бъдат приемани като временни, моментни и постоянно отворени за модификация. Трудната задача днес е да се намерят, определят и

разработят такива компетенции, които са полезни в повечето (дори в несъществуващи все още) професии, дават възможност на хората да заемат различни позиции и да изпълняват различни функции и са подходящи за решаване на широк спектър най-често непредвидими проблеми, позволявайки на специалиста да се справя успешно с бързите промени в работата, личния и социалния живот“ (Hrmo et al., 2016, p. 15). За аргументиране на диференциацията на категориите компетенция и компетентност е изяснена *същността и структурата на компетентността* от различни позиции: науките за образованието, психологията, социологията. В психологически план компетентността е определяна в три аспекта:

- степен на овладяване на необходимите умения и способности;
- законово съответствие;
- наличие на доказан опит у даден специалист, за да се включи в професионална дейност (Крейгхед & Немероф, 2008; Corsini & Auerbach, 1996).

В педагогическата теория компетентността е тълкувана като система от способности, опитност, или умения, които са необходими за постигане на определена цел, отнасяща се до индивидуалните нагласи, нагласите в социалната група или дадена институция (Gendjova & Kamusheva, 2012). Приемаме компетентността в образователен контекст като родово понятие, сложна система от компетенции, разглеждани като видово понятие за обозначаване на стратегическа образователна цел (Найденова, 2004).

Структурата на компетентността включва познавателен, мотивационен, ценностно-смилов и поведенчески аспект. Основавайки се на знанията, компетентността е присъщо свойство на личността, интелектуално и индивидуално обусловения опит на социално-професионалната човешка дейност. Психологическите качества, под влияние на изискванията на дейността, посредством интересите и наклонностите, образуват взаимодействащата система „способност“ (Болотов & Сериков, 2003; Зеер, 2005; Ибрахимов, 2011; Татур, 1999). Компетентността е постигане на съответствие между наличните познавателни ресурси на индивида и изискванията на реалната среда. Въпреки общата им природа и факта, че компетенция и компетентност в практиката често са възприемани като взаимозаменяеми, ние разграничаваме двете категории и интерпретираме компетентността като *сложна система от компетенции*.

II.2. Прилагане на компетентностния подход във висшето професионално образование - същност, принципи, функции и предпоставки

Приложението на компетентностния подход в професионалното образование е обусловено от важни социално-икономически, обществени и педагогически предпоставки. Към глобалните предпоставки отнасяме:

- ✚ развитието на технологичните иновации в продуктите и процесите, както и демографските промени, които увеличават значението на адаптивното обучение и ученето чрез работа;
- ✚ необходимостта от замяна на традиционните образователни модели с полезни модели, които са свързани с резултатите;
- ✚ стратегията за учене през целия живот; инициативите за определяне и валидиране на компетентности, придобити чрез неформално и самостоятелно учене;
- ✚ необходимостта от подобряване на уменията и квалификациите на работната сила и насърчаване на трудовата мобилност чрез изграждане на общи референтни нива на професионална компетентност;
- ✚ новите технологии и комплексните проблеми в днешното общество, които изискват създаването на мултидисциплинарни *екипи* от експерти, притежаващи компетенции на световно ниво.

Обосноваването *теоретични предпоставки* за използването на компетентностния подход в инженерната подготовка са: адекватната реакция към промяната в *ценностите* на младите хора, очертана от редица съвременни философи и опитите да бъдат преодоляни

философските и психологическите противоречия в съвременното образование. Ценностите са необходимо допълнение към знанията, защото те структурират и йерархизират целите и знанията (без ценностно ранжиране, знанията могат да водят до нежелани последици). Придобиването, преобразуването и използването на знания е активен процес, следователно, задължително условие за формирането на емоционално-волевите и мотивационни компоненти на компетентността е активната позиция на студента (Paulsen, 2013; Pelech, 2010; Şen, 2013).

Практическите предпоставки са свързани с необходимите специфични компетентности за създаването на нови конкурентни изделия и технологии в кратки срокове. Практикуващият инженер може да използва информационни технологии за незабавен достъп до всички данни в света, но трябва да притежава и релационно разбиране за данните, така, че да синтезира нова информация за решаване на проблемите (Боровков и др., 2012). Таблица II.2 представя функциите и най-важните практически приложения на компетентностния подход.

Таблица II.2. Функции и приложения на компетентностния подход

<i>Функция</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Практическо приложение</i>
<i>Епистемологична</i>	ориентация на образованието към повишаване конкурентоспособността на завършващите	насърчаване мобилността на студентите и впоследствие - на инженерите
	повишаване гъвкавостта на висшето образование на база изоморфизъм на различни подходи и включване на модулния принцип	осъществяване на по-ефективно управление на кариерата, извършване на ефективен анализ на нуждите от продължаващо обучение
	подобряване на съвместимостта на резултатите от подготовката за една и съща специалност в различни институции и страни	осигуряване на международно признаване на инженерната квалификация; оценка на трудовото представяне
<i>Развиваща</i>	формиране на творчески и предприемачески умения	трансфер на знания и умения за решаване на задачи, необходими за успешна социална реализация
	йерархизиране на значимите компетентности; реализиране на близко родствените умения и знания на широко поле на дейността	адекватен подбор на елементи от учебната информация; създаване на компетентностни модели
	формиране на професионалната насоченост на личността	кариерно израстване и бърза професионална адаптация
<i>Хуманистична</i>	подпомагане свободното развитие на учащи и създаване на условия за самоопределение; демократичен стил на общуване	създаване на хуманна образователна среда и условия за формиране личността на учащия на хуманен принцип
<i>Възпитаваща</i>	осъществяване на емоционално ценностни отношения под формата на личностна ориентация	способност и готовност за непрекъснато самообразование; социална отговорност и склонност към нововъведения

Водеща стратегия в теорията и практиката на съвременното инженерно образование е „**CDIO**“ стратегията (Crawley et al., 2014), включваща етапите *Conceive* (създаване на идея) - *Design* (проектиране) - *Implement* (изпълнение) - *Operate* (експлоатация). Тя определя като контекст на инженерната подготовка *автентичната инженерна практика* - създаването и развитието на продукти, системи и технологии през целия им жизнен цикъл. Такъв контекст на ученето отговаря на професионалната роля на инженера и осигурява естествени условия за усвояване на предварителни инженерни умения и нагласи. Това е от съществено значение за постигане на производителност и предприемачество в съвременната производствена среда, която все повече се основава на технологично сложни системи. Бъдещите инженери трябва да осигуряват „устойчиво развитие“ и да смекчат негативните екологични последици от действащите енергийни и производствени системи, както и да създават нови системи, които по същество са нисковъглеродни или въглеродно неутрални.

II.3. Професионалната компетентност в педагогическата литература и образователна практика

В изследването са обсъдени различни интерпретации и модели на професионалната компетентност и е дефинирана професионалната компетентност на инженера по енергетика. В педагогическата литература и образователна практика професионалната компетентност най-често се свързва със система от знания, умения и образование, насърчаващи личната самореализация (Болотов & Сериков, 2003) или с изпълнението на определена дейност, което включва мобилност на знанията, променливост на методите и критично мислене (Чошанов, 1997). Според Rauner и др. професионалната компетентност се отнася до познавателните нагласи за изпълнение в определена област, а професионалните компетенции са специфичните способности/стратегии за умствена дейност (Rauner et al., 2013).

Професионалната компетентност на бъдещия инженер по енергетика е дефинирана от нас като *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.*

Формирането на професионалната компетентност е ясно обосновано в психологическата концепция „**Активизиране на професионалното и личностното развитие**“ (АПЛР). Тя се вписва точно в теорията за познавателното развитие и търси пътища за активизиране на професионалното израстване едновременно с интелектуалното, емоционалното и социалното развитие на личността (Vujold, 1994). Теорията АПЛР е фокусирана и върху инструментите за оценка, които трябва да бъдат разработвани, за да бъдат включени и по-ясно дефинирани желаните цели. Участието на индивида в цялостната дейност е основна предпоставка за неговото личностно и професионално развитие, учащите трябва да се поставят в ситуации, които осигуряват: а) натрупване на опит; б) осмисляне на преживяния опит; в) интегриране на преживяния опит.

Структурата на професионалната компетентност е описвана най-често като система от компетентностни измерения, на които учащият трябва да отговаря, за да бъде в състояние да решава професионално-специфични задачи.

II.3.1. Специфика на професионалната дейност и изисквания към бъдещите инженери по енергетика

В дисертационната работа са дискутирани и разкрити значимите *социално-икономически; политически и индивидуални* детерминанти на инженерната дейност.

В *икономически аспект* глобалната конкуренция налага плавен преход към икономика с *ниски емисии на въглероден диоксид*, който преход е пряко свързан с професията енергиен

инженер и със стриктното анализиране и количествено определяне на последиците от човешкото въздействие върху околната среда. Намалването на това въздействие е свързано с хуманизиране на знанията и въвеждането на научна несигурност и изследователски подход при изучаването на екологичната проблематика (Попкочев, 2011).

В *социален аспект* детерминанти на инженерната дейност са стабилността на работните места, националните цели и моделите на световната индустрия и търговия, чиято промяна е доста бърза и трудно предсказуема (Malollari et al., 2004). Очакваните в бъдеще сравнително високи цени на енергията, налаганите ограничения на емисиите от въглероден диоксид и конкуренцията за ресурси, поставят **специфични изисквания** към инженерите по енергетика, а именно: да познават екологичното законодателство (европейско и национално) и механизмите за ограничаване на вредните емисии; да носят отговорност за неизпълнение на задълженията по опазване на околната среда; да вземат адекватни инженерни решения след оценяване на въздействието върху околната среда и на екологичния риск; да прилагат експертни знания за създаване, конструиране и експлоатация на съоръжения с намален енергиен разход и нови нисковъглеродни технологии.

В *политически контекст* дейността на енергийния инженер се определя от световните тенденции в развитието на енергийните технологии и политическата визия за енергийната стратегия на страната, която има следните приоритети: овладяване на негативните промени в климата; намаляване на енергоемкостта на икономиката и увеличаване на енергийната ефективност; ограничаване на зависимостта от вносни енергийни ресурси.

Най-значимите детерминанти на професионалната дейност на *индивидуално ниво* са социалният характер на инженерната дейност; психологическият опит, придобит в процеса на обучение и професионализъмът, разбираан като лична компетентност за действие (Пиралова, 2009).

Професионалната дейност на енергийния инженер е специфичен вид социална дейност, насочена към обществото и професията, посредством прилагане на естественонаучните, математическите и инженерните знания за трансформиране, употреба и оптимално управление на енергийните ресурси и технологии на база ефективен анализ, интерпретация на данни и адекватни решения. Важни нейни характеристики са осъществяването ѝ в контекста на взаимовръзките в системата „човек - производство - околна среда“ и глобалната визия по отношение различните аспекти на решаваните инженерни проблеми.

II.4. Формиране и развитие на професионалната компетентност на завършващите бакалавърската програма по топлотехника

Направен е реферативен преглед на възможностите на различни стратегии, подходи и инструменти, съвместно с компетентностния подход, да формират ефективно професионалната компетентност на бъдещите инженери по енергетика. Нашата цел не е изчерпателен преглед на съществуващите педагогически стратегии и подходи, а анализ на най-прилаганите и обсъждани в инженерно-педагогическата литература и подготовка, и не на последно място тези, които засилват мотивацията на студентите да работят по-усилено за цели, които сами са си поставили, отколкото за цели, поставени им от други (Славин, 2004).

В търсенето на решения за повишаване качеството на инженерната подготовка, съвременните науки за образованието все по-често възприемат като своя методологическа основа полиподходността. В дисертационния труд е обоснована релевантността на създадените от Блауберг и Юдин (1973) методологични инструменти, наречени „нива на методология“ (за съпоставяне на полезните за инженерната подготовка подходи): философско ниво, ниво на общонаучните принципи и норми на изследвания; ниво на конкретно-научната методология и собствено-методично процедурно ниво. Въз основа на приетата от нас позиция за: 1) полиподходност в образованието; 2) стъпаловидна структура на методологичния анализ; 3) адекватност на идеализирания модел на И. Зимня (2008) за

формирането на социално-професионалната компетентност у завършващите ВУЗ; 4) спецификата на инженерната дейност, са идентифицирани стратегиите и подходите, които се съчетават в най-висока степен с компетентностния подход (конкретно при формирането на професионалната компетентност у бъдещите инженери по енергетика). На първо методологично ниво, това е конструктивисткия подход; на второ ниво - екологичния и системния подход, които някои автори означават като екосистемен подход. Компетентностният подход има като обект на приложение системното явление образователен процес и свързаната с него професионална дейност на човека, следователно, на трето методологично ниво заедно с компетентностния подход се реализират личностния и интегралния подход. Конструирването на подходяща академична среда, разработването на адекватни педагогически технологии и методи/ техники за изследване на образователния процес е свързано с четвъртото ниво на методологичен анализ.

Центрираното към личността преподаване е инструмент за осигуряване на такова развитие на образованието на 21-век, което да гарантира, че всеки студент постига възможно най-висок личен напредък (Иванов, 2012; Щёголь & Клочкова, 2011; Bentley & Miller, 2004; Fullan, 2009; Leone, 2013; Rogers, 1983). То е в основата на много от разработките, свързани с технологията на електронното обучение, което днес е важна образователна стратегия (Tan, 2013). Компетентностният подход се вписва в *теорията на конструктивизма* като съвкупност от иновативни теоретико-методологически методи и прийоми за проектиране на целите, съдържанието, технологиите и резултатите от образованието (Орлов & Грачев, 2014). В образователен контекст конструктивизмът е основа за преодоляване на противоречията между познавателния процес на учене, например, и центрираните около преподавателя образователни подходи, които са авторитарни по природа и се основават на предаването на предварително определен набор от знания на обективизиран студент (Hegarty & Holdsworth, 2015). Анализът на редица публикации относно ефективността на *конструктивистките* модели на учене в професионалното образование (Боровков и др., 2012; Иванов, 2012; Клисаров, 2013; Лагеров и др., 2012; Шумакова, 2013) позволи да подберем най-релевантните за инженерната подготовка методи, представени в таблица П.3.

Таблица П.3. Конструктивистки модели за учене

Видове учене			
Проблемно учене	модулна стратегия проблемна и web- базирана проблемна стратегия	Учене чрез сътрудничество	учене в групи експертно учене екипно учене екипно преподаване
Изследователско учене	учене чрез опит проектно-базирано учене	Ситуационно учене	симулации казуси инциденти игри
Контекстно учене		Учене, базирано на средства	на информационни

Конструктивизмът е широко прилагана теория и в професионалната психология и кариерното развитие (Young & Collin, 2004; Young & Popadiuk, 2012).

Проблемно-базираното преподаване отправя предизвикателства към учащите „да се научат да учат“, работейки в групи и да търсят решения на реални проблеми. Процесът наподобява често използвания системен подход към решаването на проблеми или посрещането на предизвикателства и подготвя студентите по инженерство за тяхната бъдеща кариера (Терзиева и др., 2010; Larkin, 2016; Pelech & Pieper, 2010). Чрез осигуряване на контекста на изучаваната информация, този вид учене води до намаляване на лекционното

време и увеличаване на съвместните учебни дейности (Dulekgurgen et al., 2016; Hegarty & Holdsworth, 2015).

Центрираното към личността преподаване и проблемно базираното учене са в основата на **модулната стратегия**, която се реализира чрез „самостоятелно търсене на информация от студентите“, проблемно-базирано преподаване, малка интерактивна лекция, дискусии, работа в малки групи, конференция (Борисова & Кузов, 2005; Heckel et al., 2014; Manzione et al., 2016).

От описаните в литературата четири нива на **учене чрез изследване** - потвърждаващо изследване, структурирано изследване, водено изследване и отворено изследване (Славин, 2004), най-релевантно при подготовката на инженери е отвореното изследване, където студентите сами формулират проблема, планират и провеждат изследването, оформят и представят научно аргументирано своите резултати. (Корнетов, 2007; Nagraz, 2014).

Стратегията „учене чрез опит“ и моделът на Дейвид Колб за стиловете на учене се фокусират върху централната роля на субективния опит в ученето и се възприемат от изследователи, практики и мениджъри като основни за развитието на индивидуалните компетенции, както и за подпомагане на ученето през целия живот. Процесът на учене, според D. Kolb (1984) е създаване на познание чрез трансформация на опита.

Проектно-базираното учене съчетава изследователски, практико- и проблемно-ориентиран подход за разработване на мащабни задачи. В академичното образование използването на проектно-базираното учене се свързва с доказано подобряване качеството на обучение (Димитрова & Димитрова, 2009; Dulekgurgen et al., 2016; Ergcan et al., 2016; Frank & Roesckegath, 2016). Важни предпоставки за реализирането на проектно учене са съществуващото вече знание, обратната връзка и рефлексията, стремежът към учене за разбиране и метапознанието (Sarago et al., 2013). Смятаме, че включването на студентите по инженерство в **реални проекти на промишлени организации** (обучение чрез решаване на задачи) и създаването на виртуални между- и мултидисциплинарни екипи, е доказано ефективна иновативна стратегия, чийто възможности у нас не се използват. Проектният метод е основа за проява на творчество и лидерство и подпомага постигането на „очакваните кариерни умения“ у завършващите (Chandrasekaran & Al-Ameri, 2016).

Ученето чрез сътрудничество е целесъобразен метод при практическата и лабораторната работа (Чавдарова-Костова и др., 2008) „Добра практика“ в професионалното образование, която все още не е намерила реализация у нас е **екипното преподаване**, която стратегия позволява студентите и преподавателите да обменят идеи на широка основа, в среда, характеризираща се с взаимно уважение и споделен интерес към дадена тема.

В основата на **контекстното преподаване** е изграждането на връзки между конкретното знание и неговото прилагане. Теорията разглежда този тип преподаване като „усвояване на технологичния, социално-икономическия, правния, екологичния и културния контекст на инженерната дейност“ (Алисултанова, 2010). Процесът е тясно свързан с формирането на компетенции, които са предпоставка за контекстната целесъобразност на работата, творчеството, контекстно-ролевата **само-** организация, управление, оценяване, регулиране и контрол.

Разгледаните конструктивистки модели за преподаване и учене могат да бъдат реализирани в интерактивен режим (Иванов, 2005) и предполагат активиране на интерактивната страна на общуването в условията на емпатия; хуманистична ориентация на обучението; демократичен стил на взаимоотношения в педагогическия процес и създаване на условия за прерастване на управлението им в съуправление, самоуправление и саморазвитие (Тодорина, 2010).

В контекста на дисертационната работа е обсъден **екологичния подход** като източник на идеи за справяне с проблемите на околната среда; начините, по които хората и околната среда да функционират заедно; методите на преподаване, които да позволят сегашните студенти да се справят успешно с екологичните предизвикателства (Contreras et al., 2015; Mitchell et al., 2015).

Дидактическите възможности на обсъдените стратегии, подходи и инструменти за подготовка на бъдещите инженери по енергетика, основани на активното участие на студентите в процеса на придобиване на знания и опит, взаимодействието и сътрудничеството в конструктивистка учебна среда, развитието на критично и рефлексивно мислене, ни позволяват да ги разглеждаме като ефективно средство за формиране на професионалната компетентност на студентите по енергетика.

Обобщения на втора глава

В резултат на направеното обзорно литературно проучване в тази глава на дисертационната работа са направени следните **обобщения**:

1. Към съвременната инженерна подготовка се поставят редица изисквания, свързани с обществената поръчка за хуманизиране на образованието и насърчаване на личната реализация, социалното сближаване и активното гражданско поведение.

2. Теоретична основа за разбиране, диагностициране и подобряване на преподаването и ученето е компетентностния подход. В практически контекст той е инструмент за подготовка на висококвалифицирани специалисти, притежаващи специални професионални, предприемачески и управленски умения.

3. Изведените чрез теоретичния анализ професионални компетенции са основополагащи за идентифициране структурата на професионалната компетентност на бъдещите инженери по енергетика и за конструирането на учебна програма и образователна технология по инженерна екология.

4. Студентското участие в учебни общности, общности на мисленето, реални проекти и научни изследвания е ефективен инструмент за насърчаване на ангажираността на студентите и за подпомагане на техните учебни постижения и личностно развитие.

5. Разгледаните съвременни стратегии и подходи отнемат повече време и сили на учащите, но едновременно с това ги подпомагат да прилагат наученото в нови ситуации по ефективен начин.

Специализираната литература предоставя малко систематични насоки как да се преодолеят дефицитите в базовите умения, много от които са свързани с технологиите и инженерството. Това изведе *задачата* и ни мотивира да проектираме и практически да изследваме системен метод за формиране на професионалната компетентност и за стимулиране на „студентския ангажимент“, разбиран като процес и продукт на взаимодействието между мотивацията и активното учене.

ГЛАВА III. ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА ТЕХНОЛОГИЯ ПО ИНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГИЯ

III.1. Методология на проектирането на образователна технология

В трета глава на дисертационната работа е представена методологията и емпиричната рамка на създаването на образователна технология по инженерна екология.

Образователната технология осигурява възможност за създаване на многостепенни структури в съответствие с определен набор от теоретични принципи - научна обосновааност, системност, интегралност и отвореност за взаимодействие с вече съществуващите педагогически теории. В рамките на изследването е интерпретирана като *законосъобразна педагогическа дейност, реализираща научно обоснована концепция за дидактическия процес и притежаваща висока степен на ефективност, надежност и гарантираност на резултата* (Сериков, 1994).

Методологията на създаване на образователна технология включва **описание на проектирането, описание на модела и описание на сценария** (конкретизация).

Наложителната смяна на сегашната обяснително-илюстративна система на инженерна подготовка от репродуктивна към компетентностна е свързана, от една страна, с

използването на *потенциала* на компетентностния подход за формиране на умения за прилагане на знанията и нагласи за учене през целия живот, а от друга, с *проектирането на образователни технологии*, базирани на този подход (Aldridge & Fraser, 2008).

Създадената конкретно за студентите от бакалавърската програма по топлотехника на ТУ-София, ИПФ-Сливен образователна технология, е основана на нашия многогодишен преподавателски опит и може да бъде определена в голяма степен като иновативна.

Целта на технологията е формиране на личностни теоретико-практически умения за продуктивна инженерна дейност (като се държи сметка за вероятностния характер на учебния процес). Основната **задача** е чрез технологията да се постигне интегриран краен резултат от обучението - универсални способности и готовност за справяне с големи групи задачи. При проектирането на технологията са спазени критериите за технологичност при изследване на връзките в методическата верига „теория - практика“, които осигуряват обективност и еднозначност на резултатите: 1) постоянство (стабилност, инвариантност); 2) повторемост; възпроизводимост, 3) възможност за наблюдаване и оценяване на основните компетенции на субекта. В таблица III.1 са представени педагогическите характеристики на създадената технология, заложили при реализирането на образователните цели.

Таблица III.1. Педагогически характеристики на образователната технология

Показатели	Характеристики на конкретната технология
Движещи сили	противоречие между изискванията на потребителите и реалното състояние на системата; преподавателите в курса могат да предоставят адекватно решение относно ситуацията и нуждите на учащите
Цели	да се опише актуалната ситуация и предизвикателствата пред заинтересованите от обучението страни; да се обосноват възможни решения; да се обсъдят критично и се разработят инструменти; преподавателите да развиват колективно своите професионални знания чрез споделяне на най-добрите си идеи като структурирани модели
Съдържание	развиващо се в полето на взаимодействие за регулиране на обхвата, границите са зададени чрез учебната програма и субективния опит на участниците
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; наблюдение на индивидуалното изпълнение на всеки студент; експериментална проверка на образователната технология
Приоритетно развитие	инженерно мислене; основни личностни компетенции; готовност за справяне с големи групи задачи; професионални компетенции в областта на енергетиката

Подходите за създаване на теоретични модели на обучение най-често включват елементите *фактори*, *параметри* или *действащи лица* (в различно съотношение). Моделът на дадена технология организира опита и емпиричните данни за конкретните учащи и учебна среда в *модулни структури*, обосновани от теорията и приложими в реална ситуация. Според Дорофеев (2005) инженерната професионална компетентност, може да бъде описана като

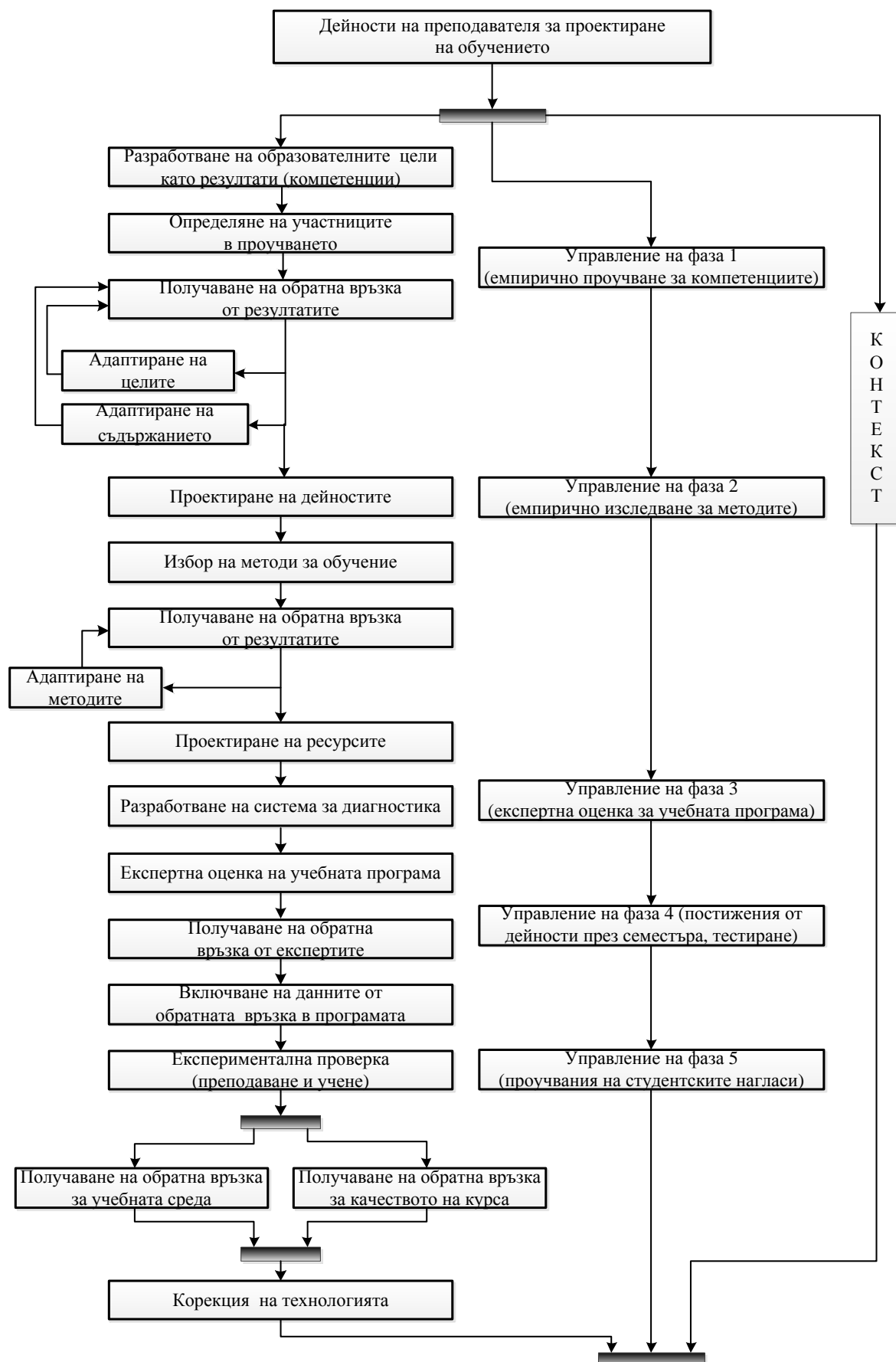
съвкупност от компетенции, да бъде документирана и следователно, повече или по-малко, *обективно моделирана*. Разработеният модел на образователна технология очертава цялостната логическа структура на обучението, който процес е разглеждан като „процесуално организационно-функционално единство между преподаването и ученето“ (Андреев и др., 1992). В основата на модела са: а) интегралната взаимозависимост на параметрите на учебния процес, осигуряваща формиране на професионалната компетентност; б) взаимното използване на последователно получаваните емпирични резултати, в качеството им на начални условия за следваща *модулна структура*.

Моделът на образователната технология по инженерна екология е основан на модулните структури *целепологане, учебно съдържание, дейности на преподаване и учене, ресурси и диагностика* (фигура III.1). Нашият аргумент за избор на тези модулни структури е свързан с взаимоотношенията между параметрите на учебната програма и процеса на формиране на професионалната компетентност, чиято крайна цел е след завършването си студентът да владее знанията, способностите и уменията (квалификацията), които са дефинирани в програмата. Признатата необходимост от подобряване на академичната подготовка, както вече дискутирахме, е пряко свързана с формулирането на *учебните цели* като конкретни компетенции и разработване на собствени учебни резултати за дисциплината, утвърдени от всички заинтересовани страни. У нас идентифицирането на професионалните компетенции представлява сериозна трудност, поради липсата на реална връзка между университетите и потенциалните работодатели.

Резултатите от преподаването и ученето се разглеждат като проекция на заложените конкретни образователни *цели* и са дефинирани под формата на притежавани от учащия професионални компетенции, чието своеобразие се определя от особеностите, функциите и обекта на професионалната дейност. В Националната класификация на професиите и длъжностите (НКПД), длъжността се дефинира като „съвкупност от функции и задачи, които едно лице изпълнява на работното си място, включително в качеството му на *работодател* или *самонает*“; а професията е „съвкупност от длъжности, чиито основни функции и задачи се характеризират с висока степен на сходство“.

В рамките на предложения технологичен модел са обосновани изискванията към съдържанието, от гледна точка на това, което искаме да могат да правят инженерите в своята кариера. Структурирането на образователните цели се извършва в съответствие с изискванията за подниво ББ „Бакалавър“ от Националната квалификационна рамка в три категории: теоретични и/или фактологични знания; познавателни и практически умения; отговорност при вземане на решения. Изведените изисквания към учебното съдържание определят и спецификата на *преподавателската дейност*: предоставяне на учебно съдържание от различни информационни източници; актуализиране на съдържанието след извършени собствени изследвания; насърчаване на студентите активно да включват информация за курса в електронни платформи; акцентирание върху стратегиите им за учене и върху рефлексията на собствената им дейност.

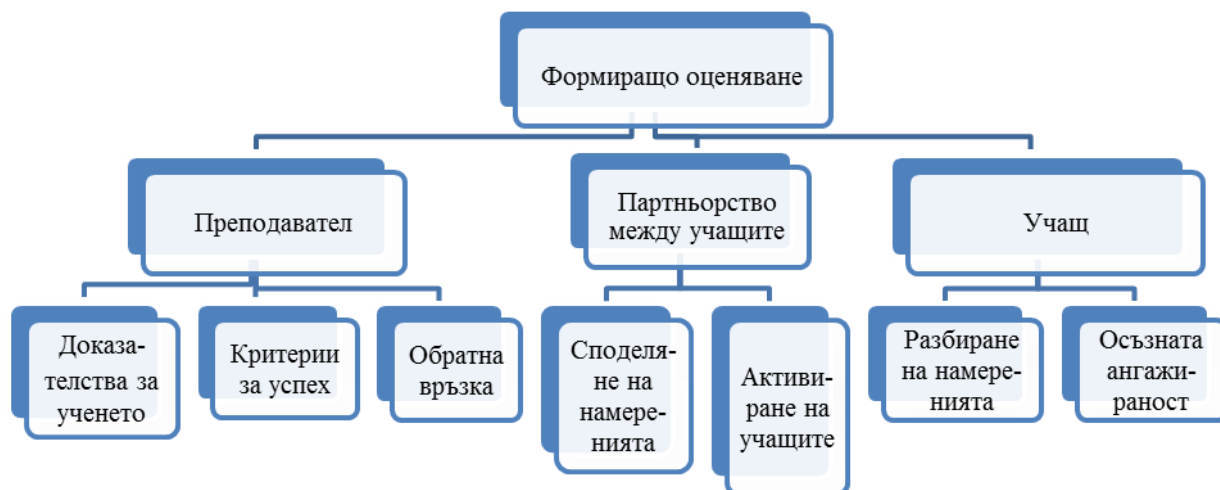
Планирането на процеса на преподаване включва избор на *форми, стратегии и методи* на обучение. *Конкретните* организационни форми на обучение (лекции, семинарно/лабораторно упражнение, практикум, курсова задача и др.) са заложен в учебната програма на всеки курс и се основават на *общите* (фронтална, групова и индивидуална) организационни форми на обучение. Прилагат се и извънаудиторни форми на сътрудничество между преподавателите и студентите - консултации и съвместна работа по научни и професионални задачи; за контрол на знанията, за корекция на процеса преподаване и учене.



Фиг. III.1. Модел на образователна технология по инженерна екология

За формирането на специалните професионални компетенции у бъдещите специалисти е използвана *модулна стратегия*, чието прилагане изисква: а) задължително разработване на всеки модул чрез единна методика, включваща съответен набор от педагогически методи; б) ясно структуриране на учебното съдържание, последователно представяне на теоретичния материал и предоставяне на учебни материали; в) конструиране на система.

У. Мог и др. (2014) докладват за ефективността на т. нар. *смесена оценка*, която обединява различни форми (самооценка, партньорска оценка и оценка от преподавател). Диагностиката на реалното равнище на студентските постижения в курса спрямо целите се извършва чрез формиращо оценяване (фигура III.2) и заключителен тест.



Фиг. III.2. Аспекти на формиращо оценяване във висшето училище

Конкретизацията на образователната технология е в съответствие с изискванията „иновациите в образованието да се ръководят в достатъчна степен от изследванията“ (Hokanson et al., 2014). На фигура III.3 е представена последователността от дейности за конкретизация и практическо реализиране на технологията, като очакваният краен резултат е повишаване на ефективността на образователния процес и формиране на желаните професионални компетенции у бъдещите специалисти.



Фиг. III.3. Етапи на проектиране на технологията

За първия етап от конкретизацията е конструирана анкетата „Оценка на значимостта на компетенции за студентите от специалност „Топлотехника“ (Таблица III.2).

Таблица III.2. Професионални компетенции

Готовност за проектиране и използване на новите ИКТ
Мобилност и адаптация към различни култури и стилове на общуване
Умения за системно търсене, получаване и критично обработване на информация
Предприемачество и инициативност
Умение творчески да решава инженерни задачи, като прилага експертно мислене
Разбиране на националното и европейското законодателство на околната среда
Владеене и прилагане на перспективите на природните науки и математиката в инженерната дейност
Готовност за решаване на проблеми и отговорност за взетите решения
Способност за планиране и организиране на професионалната дейност
Готовност за усвояване на нови задачи, технологии и процедури
Способност за конструктивна комуникация на роден и чужд език
Умение за инсталиране, усвояване и експлоатация на съвременно оборудване
Способност за системно и критично мислене
Мотивация за поставяне и постигане на лични и професионални цели
Умения за проектиране и конструиране на съоръжения, свързани с нисковъглеродните технологии
Способност към изучаване и прилагане на нови изследователски методи
Приложни знания и умения в областта на екологичния мониторинг
Способност за използване на съвременни стратегии за самостоятелно учене
Умения за управление на нови технологични решения за ресурсно - ефективна икономика
Готовност за работа в екип
Разбиране механизмите на търговията с емисионни разрешителни за CO ₂
Практически умения за изпълнение на изследователски и експериментални проекти
Професионална етика и почтеност
Способност за работа с конструкторска документация и анализ на технологични данни
Способност за отговорно отношение към околната среда

Зависимите променливи в анкетата са професионалните компетенции, идентифицирани чрез проучване на литературни източници и анализ на документи.

Проектирането на дейностите е фокусирано върху подбора на методи, чрез които да се развиват професионалните компетенции. Изследвано е мнението на студентите относно методите, прилагани във висшето училище чрез създадения от нас инструмент „**Изследване на предпочитанията за методите на обучение**“ в съответствие с чл. 6 (4) от Закона за висшето образование: „Висшето училище осигурява качеството на образованието и научните изследвания чрез вътрешна система за оценяване и поддържане на качеството на обучението и на академичния състав, която включва и проучване на студентското мнение най-малко веднъж за учебна година“.

След анализ на резултатите от направените изследвания, действащата учебна програма е актуализирана и качествата на новата програма са оценени чрез експертна оценка. За целта предварително е определено съдържанието на оценката, избрани са експерти, създаден е въпросник и е разработен информационен пакет за експертите; уточнен е начина за събиране на данни и статистическата обработка. Въпросникът съдържа *обща* част - данни за експертите (имена, длъжност, стаж, звание, научна степен); *описателна* част - инструкция за попълване и скала за оценяване на показателите; *съдържателна* част - 16 показатели, оценявани по четири критерии. Показателите са така структурирани, че позволяват ясно формулиране на всички въпроси и получаване на еднозначни отговори, в съответствие с

поставената цел и съдържание на оценката. Въз основа на анализа на резултатите от експертната оценка и направените от експертите препоръки учебната програма е окончателно оформена.

Следващ етап при разработването на технологията е *създаването на инструментариум* за изследване на ефективността ѝ, а именно: тестове за постижения и съответните критерии и скала за оценяване; критерии и показатели за наблюдение и оценяване на учебните дейности; анкети за проучване на студентските възприятия за реалната академична среда и качеството на курса по инженерна екология въз основа на интерпретация на инструменти за проучване на конструктивистката учебна среда (Tafrova-Grigороva et al, 2012; Taylor & Maor, 2000).

Обобщения на трета глава

1. Изведеният теоретичен модел на образователна технология включва елементите целеполагане, учебно съдържание, дейности на преподаване и учене, ресурси и диагностика, които изграждат цялостната логическа структура на инженерната подготовка.

2. В процеса на проектиране на образователна технология, последователно получаваните емпирични резултати за всяка модулна структура се използват в качеството им на начални условия за следващата модулна структура.

3. Идентифицирането на значимите компетенции (с участието на всички заинтересовани от образованието страни) и формулирането им като учебни цели/очаквани резултати е определящ фактор за успешното формиране на професионалната компетентност.

4. Включването на студентите в избора на дейности и на методи на преподаване е важно условие за тяхната мотивация и реализация на активна позиция в образователния процес, средство за развиване на уменията за интерактивно взаимодействие с другите учащи и преподавателя.

5. Ефективността на образователната технология се определя от степента на формиране на инженерни, научни и технологични знания и умения за решаване на големи групи професионални, личностни и социални задачи.

ГЛАВА IV. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНИЯ МОДЕЛ ПО ИНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГИЯ

IV.1. Проучване за значимостта на компетенциите за студентите от бакалавърската програма по топлотехника

Изследователската процедура на проучването „Оценка на значимостта на компетенции за студентите от специалност „Топлотехника“, ОКС „Бакалавър“ е извършена с три целеви групи - потенциални работодатели, преподаватели и студенти. Значимостта на включените 25 професионални компетенции е оценявана по седемстепенна Ликертова скала от 1- *много незначима компетенция* ... до 7- *много значима компетенция*. Достоверността на направените изводи е обусловена от достатъчния брой изследвани лица и прилагането на методи, които са адекватни на изследователските цели.

Обем и структура на извадките - в проучването участват 208 респонденти: 35 работодатели от ТЕЦ „Марица-Изток 2“ и „Топлофикация Сливен- ЕАД“; 34 преподаватели от ТУ-София, 139 студенти от специалността „Топлотехника“ на ИПФ и ЕМФ на ТУ-София през уч. 2012/2013 г., 2013/2014 г. и 2014/2015 г.

Получените данни са въведени и анализирани с компютърна програма статистически пакет за социални науки *SPSS Statistics 21.0*. Приложен е дескриптивен анализ и са изчислени: средната аритметична стойност (X_{mean}) на оценките, минимална и максимална стойност, стандартно отклонение (SD), коефициент на вариация ($V\%$), категориите за определяне вида на разпределението (коефициент на асиметрия As и ексцес Ex) за цялата анкета (Таблица IV.1).

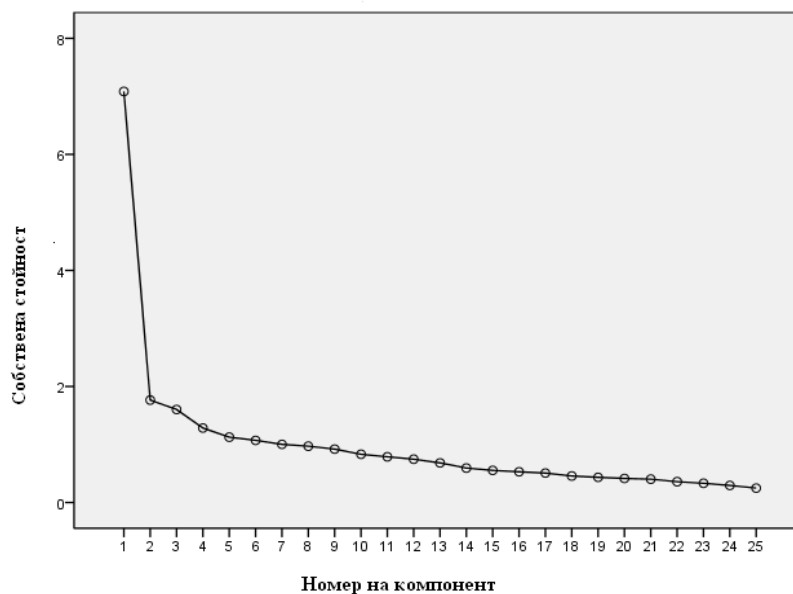
Таблица IV.1. Описателна статистика на общите резултати

N	R	X_{min}	X_{max}	X_{mean}	SD	$V\%$	As	Ex
208	91,00	78,00	167,00	131,61	18,23	13,85	- 0,390	- 0,069

Полученото емпирично разпределение на общите оценки се стреми към нормалното. Същият метод е приложен за анализ на оценките за отделните професионални компетенции. Получените средни стойности и стандартни отклонения показват, че респондентите оценяват като най-важни за бъдещата кариера на инженерите *готовността за използване на новите информационно-комуникационни технологии* ($X_m=5,80$; $SD=1,27$), *готовността за решаване на проблеми и поемане на отговорност* ($X_m=5,75$; $SD=1,21$) и *експертното мислене* ($X_m=5,73$; $SD=1,35$). Най-съществено различие в мненията се наблюдава относно *професионалната етика и почтеност* ($X_m=5,43$ и $SD=1,60$). Според получените резултати най-малко значение за професионалната дейност имат *познаването на законите за опазване на околната среда* ($X_m=4,64$; $SD=1,47$) и *разбирането на механизмите на „въглеродния пазар“* ($X_m=4,51$; $SD=1,51$).

Конструираната от нас скала позволява периодично да се събира информация и да се оценява динамиката в изискванията към професионалните компетенции в съответствие с реалните потребности на пазара на труда.

За *систематизиране* на конструкта професионална компетентност е приложен факторен анализ, като предварително е оценена пригодността на емпиричните данни. Получена е корелационната матрица, изчислени са Кайзер-Майер-Олкин индекса ($KMO=0,856$) и теста на Бартлет за сферичност ($p<0,05$), като резултатите доказват пригодността на събраните данни за факторен анализ. Чрез извършения по метода на основните компоненти факторен анализ, с последваща ротация по метода *varimax*, са извлечени четири ортогонални фактора, които представят професионалната компетентност (фигура IV.1).



Фиг. IV.1. Анализ на основните компоненти

В таблица IV.2 са представени получените фактори и индикаторите, които описват модела на професионалната компетентност на успешния инженер по енергетика.

Таблица IV.2. Структура на професионалната компетентност

Фактор	Индикатори
Планиране на кариерата	Планиране на професионалната дейност; мотивация за постигане на поставените цели, спазвайки етичните норми; готовност за мобилност и за самостоятелно учене и усъвършенстване през целия живот
Интегративно мислене	Познаване на екологичното законодателство, отговорност за инженерните решения в екологичен и социален контекст, осведоменост относно действащите механизми на въглеродния пазар, проектиране и конструиране на съоръжения за нови нисковъглеродни технологии
Адаптивност	Умения за решаване на задачи в условията на неопределеност и възникващи нови сфери на специализация, умения за екипна работа в проекти, свързани с различни области на професионалната дейност
Социално-психологически умения	Комплексни умения за организиране и управление на екипната работа, способността за емоционален контакт с колеги, началници и клиенти при водене на преговори, обменяне на опит и постигане на споразумения

Изследвана е *вътрешната съгласуваност* на конструираната от нас анкета по показателя Алфа на Кронбах и получената стойност (**0,89**) доказва отлична надеждност на анкетата (Джонев, 2004, с. 47). Допълнително са определени коефициентите на надеждност за всяка от подskalите, като изчислените стойности показват добра за практически цели надеждност (Таблица IV.3).

Таблица IV.3. Вътрешна съгласуваност на отделните подскали

<i>Подскали</i>	<i>Брой твърдения</i>	<i>Коефициент Алфа на Кронбах</i>
<i>Планиране на кариерата</i>	8	0,79
<i>Интегративно мислене</i>	8	0,81
<i>Адаптивност</i>	5	0,64
<i>Социално-психологически умения</i>	4	0,63

Изследвано е наличието на статистически значими разлики в оценките на трите групи анкетирани (работодатели, преподаватели, студенти) чрез еднофакторен дисперсионен анализ (ANOVA). Сравнени са средните значения на оценките по четирите фактора за трите независими извадки чрез **F- критерий** на Фишер. Резултатите от ANOVA (средни стойности, стандартните отклонения, стойности на **F**-теста и достигнато равнище на значимост **sig.**, са представени в таблица IV.4.

Таблица IV.4. Средни стойности, стандартни отклонения и резултати от F-теста

<i>Показател</i>	<i>Стойности</i>	<i>Работода- тели</i>	<i>Препода- ватели</i>	<i>Студенти</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Планиране на кариерата</i>	<i>Средна</i>	45,17	40,53	42,96	3,776	0,025
	<i>N- брой</i>	35	34	139		
	<i>Ст. откл.</i>	4,668	6,792	7,534		
<i>Интегративно мислене</i>	<i>Средна</i>	40,00	37,62	40,13	1,572	0,210
	<i>N- брой</i>	35	34	139		
	<i>Ст. откл.</i>	6,174	7,620	7,74		
<i>Адаптивност</i>	<i>Средна</i>	28,71	27,62	28,19	0,621	0,539
	<i>N- брой</i>	35	34	139		
	<i>Ст. откл.</i>	3,102	4,127	4,29		
<i>Социално-психологически умения</i>	<i>Средна</i>	21,94	20,79	20,50	1,940	0,146
	<i>N- брой</i>	35	34	139		
	<i>Ст. откл.</i>	2,67	3,506	4,21		

*Доверителна вероятност – 95%

Установена е разлика в оценките по два от факторите - *планиране на кариерата* и *лични качества*. За да бъде избран метод за сравняване е извършен тест на Левин за хомогенност на оценката на дисперсиите в трите независими извадки (таблица IV.5).

Таблица IV.5. Тест за хомогенност

<i>Показател</i>	<i>Левин статистика</i>	<i>df₁</i>	<i>df₂</i>	<i>Равнища на значимост</i>
<i>Планиране на кариерата</i>	2,573	2	205	0,079
<i>Интегративно мислене</i>	0,821	2	205	0,441
<i>Адаптивност</i>	1,820	2	205	0,165
<i>Социално-психологически особености</i>	2,680	2	205	0,071

df₁ - степени на свобода за междугруповата дисперсия, $df_1 = t - 1$, където *t* е броя на групите;

df₂ - степени на свобода за вътрегрупповата дисперсия, $df_2 = N - t$, където *N* е броя на лицата.

Значителна разлика в мненията на **работодателите** и **преподавателите** има само по отношение на фактора „планиране на кариерата“. Работодателите в съпоставка с преподавателите оценяват по-високо важността на уменията за постигане на цели, мобилност и планиране. Резултатите разкриват достоверна разлика и между оценките на **работодателите** и **студентите** по отношение на социално-психологическите умения на бъдещите инженери. По-високите оценки на работодателите, спрямо тези на студентите,

според нас, са резултат от опита, който работодателите са натрупали в професионалната дейност.

IV.2. Резултати от изследването на студентските предпочитания за методите на обучение

В този раздел са представени процедурата и анализът на резултатите от изследването *на студентските предпочитания относно методите на преподаване*. Основното проучване е проведено с 65 студенти от ТУ-София, които изучават „Инженерна екология“ като задължителна дисциплина от учебния план на бакалавърската програма „Топлотехника“. Предоставеният на анкетираните чек-лист съдържа методите *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*. Студентите са помолени да ранжират тези методи, като най-предпочитания от тях метод получава ранг **едно**, а най-малко предпочитания ранг **осем**. Приложен е дескриптивен анализ за изчисляване на средните на оценките (X_{mean}), стандартното отклонение (SD) и стандартната грешка (SE) (Таблица IV.6).

Таблица IV.6. Описателна статистика на индивидуалните анкети, $N=65$

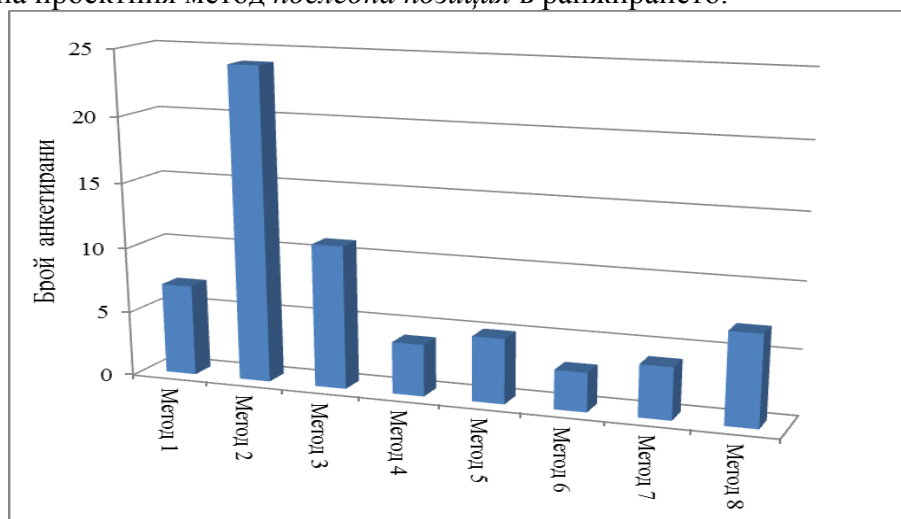
Методи	Минимум	Макс.	X_{mean}	SE	SD
Дебати и дискусии	1	8	4,55	,27	2,21
Упражнения на база симулация на реални производства	1	8	3,88	,33	2,64
Игрови методи	1	8	4,77	,32	2,63
Изследване на казуси и инциденти	1	8	4,37	,25	1,98
Метод на проектите	1	8	5,17	,29	2,33
Екипна работа за креативно решаване на проблеми	1	8	4,40	,26	1,82
Решаване на ситуационни инженерни задачи	1	8	4,42	,26	2,10
Традиционен метод	1	8	4,94	,28	2,28

^x Всички стойности се отнасят за ранг 1 - най-предпочитан метод и ранг 8 - най-малко предпочитан метод

Най-предпочитаният метод за 37% от анкетираните (24 респонденти) е *упражненията на база симулация на реални производства* (фигура IV.2). Този тип упражнения дава възможност да се формулира автентичен проблем, да се изгражда и доказва теоретично обоснована хипотеза. Установените студентски предпочитания към експерименталните упражнения ни насочи към търсене на възможности част от учебните дейности да се провеждат в ТЕЦ, както и да се използват онлайн данни от мониторинга на околната среда, предоставяни от фирмите в енергетиката, МОСВ и РИОСВ.

Решаването на казуси и инциденти е поставено на второ място място. Ученето чрез казуси поставя студентите в условията на т. нар. „квазипрофесионална дейност“ и позволява те да развиват своята интуиция, умения за вземане на рационални решения и опит за преодоляване на професионални конфликти. Одобрението на *екипната работа за креативно решаване на проблеми*, от 5 % от учащите, поставя метода на трета позиция. Следват методите *решаване на ситуационни инженерни задачи, дебати и дискусии* и *игри*. Седем от анкетираните (11%) изразяват предпочитания към *традиционните лекции и упражнения*, но средната оценка като цяло показва нежелание от страна на учащите да бъдат подготвяни по традиционния метод. Смятаме, че негативното отношение може да бъде преодоляно, ако се въведе т. нар интерактивна лекция, базирана на ИКТ технологиите (Mor et al., 2014). Прилагането на *проектния метод* в инженерната подготовка е посочено от пет учащи (8%)

като най-предпочитан метод, но общото мнение е, че работата по проекти е непривлекателна и това отрежда на проектния метод *последна позиция* в ранжирането.



Фиг. IV. 2. Предпочитания на студентите към методите на преподаване

Резултатите от изследването на студентските предпочитанията относно подходите и методите на преподаване при инженерната подготовка показват:

- най-предпочитаните от студентите подходи са изследователският, съвместният и имитационният;
- възможностите на игрите, дебатите и дискусиите за стимулиране на творчеството и на познавателните интереси ги правят също ценени;
- съвременният прочит на традиционната лекция налага промяната ѝ в интерактивна, а индивидуализацията на учебните дейности би засилила активността и мотивацията.

IV.3. Резултати от експертната оценка за оценяване качеството на учебната програма по „Инженерна екология“

Оценяването на учебната програма е извършено през периода септември - декември 2015 г. от осем експерти - преподаватели и работодатели, специалисти в областта на енергетиката и екологията (Таблица IV.7). Събирането на данните е осъществено без пряк контакт (чрез имейли), като експертите оценяват програмата и имат възможност да коментират и да отправят предложения.

Таблица IV.7. Демографски профил на експертите

Име, фамилия	Заемана длъжност	Звание	Научна степен	Проф. стаж
С. К.*	Изпълнителен директор на Топлофикация Сливен – ЕАД			25 г.
С. С.*	„Топлофикация - Сливен” - ЕАД, р-л отдел „Маркетинг, анализ и управление на продажбите“			20 г.
М. Д.	Еколог Топлофикация Сливен – ЕАД			35 г.
С. К.	Началник отдел „Сигурност, Управление при кризи и ОМП” - Община Сливен			38 г.
В. С.	Преподавател СУ „Св. Кл. Охридски“, ФХФ, к-ра „АХ“	Професор	Дхн	40 г.
М. К.	Зам.- декан НИД и КП, ТУ-Габрово	Доцент	Доктор	28 г.
А. Д.	Преподавател ТУ-София, МТФ	Доцент	Доктор	8 г.
С. Л.	Зам.-декан по УД, ТУ-София, ИПФ	Доцент	Доктор	40 г.

Заб: *Възпитаник на ТУ-София, ИПФ-Сливен.

Така приложения вариант позволява експертите да работят, без да знаят кой друг е експерт, и следователно да дават своето мнение независимо. Изследователската процедура предвижда те да оценяват твърденията във въпросника по петбална скала (от 1-категорично не ... до 5-категорично да). При статистическата обработка на оценките е взет предвид малкият брой на експертите и с цел да се избегне отхвърлянето на отдалечените от наблюдението резултати, за проверка на съгласуваността е приложен непараметричен метод. Изчислени са средна аритметична (X_{mean}), медиана, мода, стандартно отклонение (SD) и коефициент на вариация ($V\%$), както и категориите за определяне вида на разпределението - коефициент на асиметрия (As) и ексцес (Ex). Данните са представени в таблица IV.8.

Таблица IV.8. Числови характеристики на експертните оценки

Брой експертни оценки	X_{mean}	Медиана	Мода	SD	$V\%$	As
8	70,62	70,50	65,00 ^a	4,033	5,76	0,190

а. Съществуват множество моди, показана е най-малката стойност

Средната оценка (при възможен максимален брой точки за целия въпросник 80 и минимален брой 16) е $X_{mean}=70,62$, като групата работодатели тя е 68,50, а за групата преподаватели – 72,00. Коефициентът на вариация е по-малък от 10 %, следователно оценките на експертите са много близки и разсейването е слабо. За проверка на статистическата значимост на разликите в оценките на експертите е приложен непараметричния χ^2 - критерий на Пирсън и резултатите са показани в таблица IV.9.

Таблица IV.9. Резултати от χ^2 - критерия на Пирсън

Експертна оценка	1	2	3	4	5	6	7	8
$\chi^2_{emp.}$	0,87	0,25	0,62	2,37	3,50	3,25	2,40	5,50
Df	2	2	2	2	2	2	2	2
Равнище на значимост-р	,06	,061	,069	,053	,064	,052	,06	,059

Доказана е много добра съгласуваност на експертните мнения, което позволи тяхното прилагане за целите на изследването.

IV.4. Резултати от педагогическия експеримент

Описаните дотук резултати са основа за изготвяне на диагностичен инструментариум за изследване влиянието на предлаганата технология върху постиженията на студентите и степента на формираната професионална компетентност в курса по инженерна екология. Експериментът е извършен през периода 2012 - 2016 г. и включва три етапа - предварителен, основен и заключителен. В **предварителния етап** са разработени критериални тестове за измерване на постигнатите от студентите резултати и на степента на формиране на професионалната компетентност - два текущи и един изпитен. При конструирането им са съблюдавани изискванията, които се поставят относно критериалните тестове (Тафрова - Григорова, 2007).

В **основния етап** на педагогическия експеримент, проведен през 2014-2015 г. участват 40 учащи. Той е свързан с цялостно изследване на реализацията на компетентностния подход и на ефективността на създадената образователна технология. Обобщеният показател „формиране на професионалната компетентност“ е една от характеристиките на процеса на обучение, която изразява количествено или качествено неговото състояние (Шева & Воладјева, 2013). При оценяването изхождаме от получения четириконтентен модел на професионалната компетентност на бъдещите инженери по енергетика. Конкретните

показатели, по които са оценявани студентите при тестирането са: а) умения за планиране на кариерата - готовност за решаване на проблеми; умения за критично мислене; умения за конструктивна комуникация; б) умения за интегративно мислене - 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; в) умения за решаване на задачи в условия на неопределеност - решаване на нови изследователски задачи, експлоатация на съвременно оборудване; умение за използване на новите информационни технологии; умения за работа по проекти. Четвъртият компонент, социално-психологически компетенции, включващ екипната дейност и уменията за търсене, обработване и тълкуване (както на вербална, така и на невербална) информация е оценяван чрез дейностите по екипния проект, участието в дискусии, решаването на казуси и наблюдение.

За определяне ефективността на технологията е използван т. нар. коефициент на усвояване K , който е изчислен за трите компонента на професионалната компетентност. Показателите за групиране на задачите от трите теста, както и съкратеното означаване на групите променливи са представени в таблица IV.10.

Таблица IV.10. Описание на групите променливи

Показатели за групиране на задачите	Означаване на групата променлива	Проценти и брой задачи	№ на задача
Умения за планиране на кариерата (УПК)	УПК за Т1	32 % (8)	1, 4, 5, 9, 14, 15, 17, 20
	УПК за Т2	36 % (9)	2, 4, 8, 11, 12, 18, 20, 21, 22
	УПК за Т3	36 % (9)	1, 2, 4, 5, 7, 13, 16, 19, 25
Умения за интегративно мислене (УИМ)	УИМ за Т1	36 % (9)	2, 3, 7, 11, 13, 16, 18, 21, 24
	УИМ за Т2	36 % (9)	1, 3, 5, 7, 14, 16, 17, 23, 25
	УИМ за Т3	36 % (9)	8, 9, 10, 12, 17, 21, 22, 23, 24
Умения за решаване на задачи в условия на неопределеност (УРЗ)	УРЗ за Т1	32 % (8)	6, 8, 10, 12, 19, 22, 23, 25
	УРЗ за Т2	28 % (7)	6, 9, 10, 13, 15, 19, 24
	УРЗ за Т3	28 % (7)	3, 6, 11, 14, 15, 18, 20

След всяко тестиране са изчислени средната стойност на коефициента на усвояване K_{mean} , стандартното отклонение SD , коефициентът на вариация V , коефициентите на асиметрия As и ексцес Ex (Таблица IV.11). Анализът на K_{mean} 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). Стойностите за коефициентите на вариация са близки до 0,3, което характеризира като умерено разсейването на резултатите от тестовете.

Таблица IV.11. Числови характеристики на коефициента на усвояване, $N=40$

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
$K_{УИМ}$ за Т1	0,346	0,128	0,369
$K_{УИМ}$ за Т2	0,505	0,126	0,249

К УИМ за Т3	0,643	0,166	0,248
К УРЗ за Т1	0,389	0,127	0,326
К УРЗ за Т2	0,510	0,167	0,327
К УРЗ за Т3	0,653	0,134	0,205

За изследване на наличието на статистическа значимост в разликите на средния коефициент на усвояване по отделните показатели е приложен непараметричния χ^2 – критерий на Фридман. Резултатите от анализа са представени в таблица IV.12.

Таблица IV.12. Резултати от χ^2 - критерий на Фридман, $N=40$

<i>Коефициент на усвояване</i>	<i>Среден ранг</i>	$\chi^2_{емп.}$	<i>df</i>	<i>Равнище на значимост, p</i>
К УПК за Т1	1,60	24,667	2	0,01
К УПК за Т2	1,78			
К УПК за Т3	2,63			
К УИМ за Т1	1,31	34,352	2	0,02
К УИМ за Т2	2,08			
К УИМ за Т3	2,61			
К УРЗ за Т1	1,48	16,650	2	0,01
К УРЗ за Т2	2,23			
К УРЗ за Т3	2,30			

Установената статистически значима разлика в тестовите резултати по отделните показатели доказва тенденцията за повишаване на студентските постижения в курса по инженерна екология. Скалата за определяне на постигнатото ниво на компетентност (при максимален възможен брой точки 100, определен от изискванията на учебната програма) е показана в таблица IV.13.

Таблица IV.13. Скала за оценяване на нивото на компетентност

<i>Ниво на компетентност</i>	<i>Брой точки</i>
Номинална компетентност	до 40
Функционална компетентност	41 – 60
Процесуална компетентност	61 – 79
Цялостно формирана компетентност	над 80

Окончателният брой точки за всеки учащ е получен като сума от точките на семестриалните тестове (максимален брой точки 30), заключителния изпитен тест (максимален брой точки 60) и „прякото“ оценяване (максимален брой точки 10). В таблица IV.14 са представени честотните характеристики на получените от всеки студент общ брой точки. Анализът на резултатите разкрива, че 5% от студентите имат номинална компетентност, която се характеризира с повърхностни фактологически знания, които не могат ръководят професионалната дейност. Функционалната компетентност е формирана при 30 % от учащите, които имат основни технически познания, водещи до конструктивни инженерни умения... („знае, че“).

Таблица IV.14. Честотни характеристики на индивидуалния рейтинг

<i>Рейтинг</i>	<i>Честота</i>	<i>Относителна честота, %</i>
До 40 точки	2	5
41 - 60 точки	12	30
61 - 79 точки	15	37
над 80 т.	11	28

37 % от студентите притежават процесуална компетентност и имат формираны умения за решаване на професионални задачи в контекста на работните процеси („знае как“). При 28 % от студентите професионалната компетентност е изцяло формирана, те умеят да решават напълно сложни професионални проблеми, като задачите се решават в съответствие с разнопосочни изисквания и с оглед на интелигентни компромиси.

IV.4.1. Резултати от проучването на студентското мнение за академичната учебна среда

В заключителния етап на педагогическия експеримент на студентите са предоставени две проучвания, които питат за характеристиките на учебната среда и качеството на курса по инженерна екология. Анкетата за проучване на академичната учебна среда е проведена през периода март 2014 г. - май 2016 г. с 40 студенти. Твърденията в анкетата се оценяват по петстепенна скала на Ликерт: 1- *почти никога не е така* ... до 5- *винаги е така*.

Анкетата включва категориите *значение за студента, научна несигурност, критичен глас, взаимодействие студент - преподавател, взаимодействие между студентите и нагласи*. В таблица IV.15 са представени резултатите от анализа за цялата анкета: средна аритметична - X_{mean} ; размах (R), стандартна грешка (SE); стандартно отклонение (SD); коефициент на надеждност алфа на Кронбах.

Таблица IV.15. Описателна статистика за цялата анкета

<i>Брой валидни анкети</i>	<i>R</i>	<i>X_{mean}</i>	<i>SE</i>	<i>SD</i>	<i>As</i>	<i>Ex</i>	<i>Алфа на Кронбах</i>
40	68,00	142,32	2,865	18,125	- 0,720	0,024	0,93

Коефициентът алфа на Кронбах има стойност 0,93, което в съответствие с изискванията, потвърждава **отлична** съгласуваност на категориите в проучването. Получените резултати доказват надеждността на конструираната анкета за оценяване на академичната среда, която студентите характеризират като изцяло **конструктивистка**. Оказва се, че позитивните нагласи и удовлетворението на учащите са свързани най-тесно с тяхното *взаимодействие с преподавателя, подкрепата на останалите студенти в групата и личното значение на академичните знания и дейности* за бъдещата им кариера.

IV.4.2. Резултати от анкетата за оценяване на нагласите към курса по инженерна екология

В заключителния етап на педагогическия експеримент е проучено студентското мнение относно базираното на компетенции преподаване по инженерна екология. **Анкетната карта за оценяване на курса по инженерна екология съдържа** две категории - *отношение на учащите към дисциплината и нагласи* относно формираните професионални умения. Третата част на анкетата включва три отворени въпроси, свързани с общото мнение за курса

и постигната лична академична ефективност, които са близки по смисъл с предложените от Bell и Aldridge (2014) въпроси за студентска оценка на собствената „академична ефективност“. Твърденията се оценяват по петстепенна скала: 1- *определено не съм съгласен* ... до 5- *определено съм съгласен*. Получените средни стойности (X_{mean}), стандартно отклонение (SD) и стандартна грешка (SE) са показани в таблица IV.16.

Таблица IV.16. Числови характеристики от анкетното проучване

<i>Твърдения</i>	X_{mean}	SE	SD
1. Харесва ми ясното дефиниране на целите на всеки модул	4,45	,09	,59
2. Учебното съдържание е свързано с реални проблеми от професионалната практика	4,45	,11	,67
3. Ученето е ориентирано към формиране на конкретни професионални компетенции	4,25	,16	1,00
4. Одобрявам използването на интерактивни методи	4,25	,12	,74
5. Харесва ми, че студентите имат възможност да избират учебните дейности	4,15	,11	,73
6. Удовлетворен съм от дебатите и дискусиите, които допринасят за развиване на комуникативната компетентност	4,55	,12	,74
7. Усъвършенстват се уменията за разчитане и използване на графични данни за обобщения и изводи	4,33	,11	,69
8. Формират се умения за планиране на екологични мероприятия в бъдещата практическа дейност	4,28	,14	,87
9. Смятам, че анализа на научна информация и прогнозирането са полезни умения, които курса развива	4,40	,12	,74
10. Прилагането на принципите на при-родните науки и математиката спомага за намаляване на замърсяването	4,40	,12	,77
11. Усвоените съвременни методи за почистване на околната среда са полезни за бъдещата ми кариера	4,40	,13	,84
12. Работата в екип при учебните дейности допринася за бъдещо ефективно участие в професионални проекти	4,28	,10	,67

Анализът на резултатите показва близки мнения на анкетираните (стандартното отклонение има стойности под единица) и положително отношение на студентите към курса като цяло и към полезността на формираните професионални умения. Най-висока оценка получава използването на дебати и дискусии, насочеността на съдържанието на курса към реалната професионална практика и ясното формулиране на целите на всеки модул. Значителна част от анкетираните смятат, че за бъдещата им кариера са еднакво полезни ($X_{mean}=4,40$) усвоените умения за прилагане на съвременни методи за почистване на околната среда, базирани на познаването на природните науки, както и уменията за анализ на научна информация и прогнозиране на последиците от антропогенното въздействие върху околната среда, които курса развива.

Обобщения на четвърта глава

1. Основните компоненти на професионалната компетентност на инженера по енергетика са уменията за планиране на кариерата, интегративното мислене,

- адаптивността и социално-психологическите характеристики. Изследваните мнения на потенциалните работодатели, студентите и преподавателите относно значимите за професионалната кариера компетенции са близки.
2. Най-желаните методи на обучение за формиране на идентифицираните компетенции са упражненията на база симулация на реални производства; изследването на казуси и инциденти и екипната работа за креативно решаване на проблеми.
 3. Адаптирането на учебната програма за курса по инженерна екология е полезно, според оценките на експертите, и съответства на поставените цели на обучението, стратегията и визията за развитие на ТУ - София и изискванията на пазара на труда.
 4. Проведеното по време на педагогическия експеримент тестиране показва, че използваната технология на преподаване и учене води до повишаване на студентските постижения и мотивация. В изследваната група студенти този ефект се проявява в нивото на формираната професионална компетентност, като за приблизително 1/3 от учащите тя е напълно формирана.
 5. Трансформацията на традиционната учебна среда в конструктивистка, според мнението на студентите, осигурява по-качествена подготовка за бъдещата им професионална практика и самопознание и подобрява индивидуалните им постижения.
 6. Базираното на компетенциите преподаване по инженерна екология среща одобрението на учащите и подпомага като цяло преподавателските усилия за по-ефективни стратегии за проектиране и оценяване на ученето.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемът за професионалната подготовка на бъдещи инженери става ключов в съвременното общество. Поставя се сериозно въпросът за изискванията към обучението във висшето училище, продиктуван от съществуващото противоречие между търсенето на висококвалифицирани специалисти, притежаващи адекватна професионална компетентност, предприемачески и управленски умения и реалното предлагане на пазара на труда.

В настоящото изследване ние потърсихме решение на тези проблеми чрез разработване на модел на образователна технология по инженерна екология на широка интегративна основа и отговорихме на поставените изследователски въпроси, както следва:

1. Кои компоненти в структурата на компетентността са определящи при моделирането на професионалната компетентност?

Теоретична основа за разбиране, диагностициране и усъвършенстване на професионалните компетенции е компетентностния подход. Според направения анализ на литературни източници професионалната компетентност включва три основни измерения - когнитивни, функционални и социални, които са универсални и ясно съвместими.

2. Какви професионални компетенции трябва да притежават бъдещите инженери по енергетика в съответствие с изискванията на екологосъобразната икономика и кои групи заинтересовани страни трябва да участват в тяхното определяне и оценяване?

В резултат на изследването е изведен четирикомпонентен модел, конкретно за професионалната компетентност на инженера по енергетика включващ: умения за планиране на кариерата; умения за интегрално мислене, умения за адаптация към нови задачи и ситуации и социално-психологически умения.

3. Кои педагогически стратегии и инструменти са най-ефективни за формиране и развитие на професионалната компетентност на бъдещите инженери по енергетика?

Извършеният педагогически експеримент потвърди изводите от теоретичния анализ, че най-релевантни за инженерната подготовка са компетентностния, екологичния, технологичния и конструктивисткия подходи. Реализацията им отнема повече време и усилия в сравнение с традиционните методи, но осигурява ефективно приложение на наученото от студентите в нови ситуации.

4. *Какви трансформации в инженерната подготовка (включително в контролно-оценъчните процедури) се нужни за постигане на успешна професионална реализация?*

Наред с ясното формулиране на учебните цели като планирани резултати е нужна актуализация на учебната програма и промяна в дейностите, методите, средствата и начина за ефективно измерване на резултатите от обучението, което ние реализирахме чрез проектиране на модел на образователна технология. Апробирането ѝ в реални условия доказва повишаване на качеството на обучение.

5. *Доказват ли нагласите на студентите положително отношение към създадената конструктивистка академична среда в курса по инженерна екология?*

В процеса на изследване държим сметка за съществуващи **ограничения**. Има известен риск от една страна, от умора у студентите от проучвания и тестове, а от друга от потенциални пристрастия, особено в последния семестър на бакалавърската програма. Това даде обосновка за използване на метода *наблюдение* за качествено оценяване на ученето.

Основните теоретико-приложни приноси на дисертационния труд могат да се очертаят в следните направления:

1. Въз основа на интерпретирането на философски и психолого-педагогически категории са изведени предпоставките за приложението на компетентностния подход в инженерната подготовка и са разкрити значимите детерминанти на професионалната дейност на бъдещите инженери по енергетика.
2. На широка интегративна основа е очертана теоретичната рамка на конструкта „професионална компетентност“, създадена е скала с доказана надеждност за идентифициране на професионалните компетенции и е дефинирана професионалната компетентност, конкретно на инженера по енергетика.
3. Теоретично е обоснована концепция за образователна технология по инженерна екология:
 - 3.1. Аргументиран е потенциалът на ефективни дидактически стратегии и инструменти за формиране на идентифицираните професионални компетенции.
 - 3.2. Конструиран е теоретичен модел и инструментариум за изследване на приложимостта и ефективността на образователната технология.
4. Експериментално е доказана продуктивността на разработения модел на образователна технология и реално постигнатата трансформация на учебната среда в конструктивистка.

Хоризонт на изследването

Теоретичният и практически опит, който натрупахме при разработването на настоящия дисертационен труд, затвърди у нас дълбокото убеждение, че обучението във висшето училище все повече се нуждае от теории, подходи и разнообразни варианти на обучение, което ще промени положително облика на академичната учебна среда и ролите на преподавателите и студентите в образователния процес. Резултатите от дисертационното изследване ни мотивират да продължим нашите изследвания като фокусираме вниманието на първо място върху засилено сътрудничество с работодателите за съвместно решаване на професионални задачи. Разработената от нас технология е използвана само в курса по инженерна екология, но според нас тя е с широка приложимост и за други дисциплини в професионалното образование, защото изведените компетенции са актуални за бъдещето и трябва да намерят своето място и в подготовката на студентите. От друга страна, технологията може да бъде основополагаща при подготовката на нови курсове. Предизвикателство за нас е и работата по посока включване на курс по инженерна екология в останалите бакалавърски програми на ТУ-София. Широката интегративна основа, на която е разработена образователната технология, според нас, дава възможност тя да бъде адаптирана и прилагана при подготовката на студенти от различни направления и специалности във висшите училища. Това може да им осигури адекватна на съвременните изисквания и пълноценна професионална реализация.

ЛИТЕРАТУРА

- Алисултанова, Э. (2010). *Компетентностный подход в инженерном образовании*. Москва: Академия Естествознания.
- Андреев, М., Савова, Ж. & Василева, Е. (1992). *Педагогика*. София: Просвета.
- Байдено, В. (2004). Компетенции в профессиональном образовании. *Высшее образование в России*, 11, 3-13.
- Блауберг, И. & Юдин, Э. (1973). *Становление и сущность системного подхода*. Москва: Наука.
- Божилова, В. (2011). *Придобиване и валидиране на компетентности при възрастните*. Габрово: Габрово экс-Прес.
- Болотов, В. & Сериков, В. (2003). Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе. *Педагогика*, 10, 37-42.
- Борисова, Н. & Кузов, В. (2005). *Методология модульного обучения и формирования модульных программ*.
http://isu.ru/ru/about/umo/perehod_VPO/docs_norm_prav/presentations/.pdf - посетен на 13.08.2015 г.
- Боровков, А., Бурдаков, С., Клявин, О., Мельникова, М., Пальмов, В. & Силина, Е. (2012). *Современное инженерное образование*. Санкт-Петербург: изд. Политехн. унив.
- Борытко, Н. (2007). *Профессионально - педагогическая компетентность педагога*.
<http://www.eidos.ru/journal/2007/0930-10.htm>. - посетен на 06.02. 2014 г.
- Боярский, Е. & Коломиец, С. (2007). Компетенции: от дифференциации к интеграции. *Высшее образование сегодня*, 1, 8 -11.
- Джонев, С. (2004). *Социална психология, т. 5*. София: СОФИ-Р.
- Димитрова, В. & Димитрова, Н. (2009). Проектно-базирано обучение по физика и астрономия. *Annuaire de l'Universite de Sofia „St. Kliment Ohridski“, Faculte de Physique*, 102, 85 -106.
- Домрачева, Е. (2007). *Психолого-педагогическое сопровождение образовательного процесса как фактор формирования ключевых компетенций*. <http://eur-lex.europa.eu> - посетен на 06.04.2013 г.
- Дорофеев, А. (2005). Профессиональная компетентност как показатель качества образования. *Высшее образование в России*, 4, 30-36.
- Зеер, Э. (2005). *Модернизация профессионального образования: компетентностный подход*. Москва: МПСИ.
- Зеер, Э. & Сыманюк, Э. (2005). Компетентностный подход к модернизации профессионального образования. *Высшее образование в России*, 4, 23-29.
- Зимняя, И. (2008). *Единая социально-профессиональная компетентность выпускника университета: понятие, подходы к формированию и оценке*. Москва: ГТУ „МИСС“.
- Ибрахимов, Г. (2011). Инновационные технологии обучения в условиях реализации компетентностного подхода. *Инновации в образовании*, 4, 4-14.
- Иванов, Ив. (2005). Интерактивни методи на обучение (сс. 1-17). В: *Образование и квалификация на педагогическите кадри - развитие и проекции през XXI век*. Варна.
- Иванов, Ив. (2012). Педагогическата интерактивност (сс. 91-99). В: *Иновации и интерактивни технологии в образованието*. София: Етнотолеранс.
- Илиева, Н., Бояджијева, Е. (2013). Съвременни изисквания към професионалната подготовка на инженери по енергетика. *Химия*, 22, 516-532 [In Bulgarian].
- Клисаров, Ю. (2013). *Иновационни подходи в педагогиката*. София: Дидакта Консулт.
- Корнетов, Г. (2007). *Реформаторы образования в истории западной педагогики*. Москва: АСОУ.
- Костова, Здр. (1998). *Как да учим успешно. Иновации в обучението*. София: Педагог.
- Крейгхед, Е. & Немероф, Ч. (Ред.). (2008). *Энциклопедия по психология и поведенческа наука*. София: Наука и изкуство.

- Лагеров, А., Попков, В. & Горленко, О. (2012). Компетентностный подход и ФГОС третьего поколения. *Инженерное образование*, 11, 36-41.
- Милков, Л. (2011). Компетентността и компетенциите на студентите като фактор за изграждане на готовност за труд в системата „публична администрация”. *Икономически алтернативи*, 2, 61-72.
- Найденова, В. (2004). *Професионалният облик на съвременния учител (с пример за специалност химия)*. София: Фактум.
- Орлов, А. & Грачев, В. (Ред.). (2014). *Компетентностный подход в высшем профессиональном образовании*. Москва: Директ-Медиа.
- Пиралова, О. (2009). *Современное обучение инженеров профессиональным дисциплинам в условиях многоуровневой подготовки*. Москва: Академия Естествознания.
- Попкочев, Т. (2011). Образование в постмодерност. *Педагогика*, 5, 71- 78.
- Сериков, В. (1994). Личностно ориентированное образование. *Педагогика*, 5, 40-47.
- Славин, Р. (2004). *Педагогическа психология*. София: Наука и изкуство.
- Субетто, А. (2006). *Онтология и эпистемология компетентностного подхода, классификация и квалиметрия компетенции*. Санкт Петербург - Москва: Академия.
- Татур, Ю. (1999). *Образовательная система России. Высшая школа*. Москва: МГТУ им. Баумана.
- Тафрова -Григорова, А. (2007). *Съставяне на тестове*. София: Педагог.
- Терзиева, С., Радонова, Ив. & Илиева, М. (2010). Проблемно-базирано обучение и саморегулиране на ученето. *Стратегии на образователната и научната политика*, 3, 208-218.
- Тодорина, Д. (2010). Създаване на интерактивна образователна среда (сс. 63-68). В: *Интерактивните методи в съвременното образование*. Благоевград: Унив. изд. “Неофит Рилски”.
- Чавдарова-Костова, С., Делибалтова, В. & Господинов, Б. (2008). *Педагогика*. София: Унив. изд. „Св. Климент Охридски”.
- Чошанов, М. (1997). *Гибкая психология проблемно-модульного обучения*. Москва: Народное образование.
- Ширяев, В. (2013). *Проблемы и перспективы реализации компетентностного подхода в образовании*. <http://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2013/07/15/shiriaeva.pdf>. - посетен на 11.04.2015 г.
- Шумакова, Н. В. (2013). Инновационные технологии в системе профессиональной подготовки студентов. *Молодой ученый*, 5, 787-789.
- Щёголь, В. & Клочкова, Г. (2011). Интегративный подход: формирование профессиональных компетенций в процессе реализации межпредметных связей (сс. 18 - 27). В: *Непрерывное образование учителя технологии: интегрированный подход*. Ульяновск.
- Aldridge, J. & Fraser, B. (2008). *Outcomes-focused learning environments: Determinants and effects (Advances in Learning Environments Research series)*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Bell, L. & Aldridge, J. (2014). *Student Voice, Teacher Action Research and Classroom Improvement*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Bentley, T. & Miller, R. (2004). *Personalised learning: Creating the ingredients for system and society-wide change*. Melbourne: IARTV Incorporated Association of Registered Teachers of Victoria.
- Bryman, A. (2007). Barriers to Integrating Quantitative and Qualitative Research. *J. of Mixed Methods Research*, 1(1), 8-22.
- Bujold, C. (1974). *Activation of Vocational and Personal Development*. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED112287.pdf>. - посетен на 21.04.2015 г.
- Capraro, R., Capraro, M. & Morgan, J. (Eds.). (2013). *STEM Project-Based Learning. Second Edition*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Chandrasekaran, S. & Al-Ameri, R. (2016). Assessing Team Learning Practices in Project/ Design Based Learning Approach. *International J. of Engineering Pedagogy*, 6 (3), 24-31.

- Contreras, L., Vega, N., Pulgarin, A. & Palencia, E. (2015). Designing a distance learning sustainability bachelor's degree. *Environment, Development and Sustainability*, 17(2), 365-377.
- Corsini, R. & Auerbach, A. (1996). (Eds.). *Concise Encyclopedia of Psychology*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Crawley, E., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. & Edström, K. (2014). *Rethinking Engineering Education*. Cham: Springer International Publishing AG.
- Dulekgurgen, E., Özgün, Ö., Yuksek, G., Pasaoglu, M., Unalan, C., Bicer, O., Cetinkaya, Z., Isik, I. & Oner, B. (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. *J. of Engineering Education*, 6(2), 23-29.
- Dumont, H., Istance, D. & Benavides, F. (Eds.). (2010). *The nature of learning. Using research to inspire practice*. Paris: OECD.
- Ercan, F., Sale, D. & Kristian, N. (2016). Innovative Curriculum to Enhance the Learning Experience of Electrical and Mechanical Engineering Students. *International J. of Engineering Pedagogy*, 6 (3), 37-44.
- Falode, O. & Onasanya, S. (2015). Teaching and learning efficacy of virtual laboratory package on selected Nigerian secondary school physics concepts. *Chemistry*, 24, 572-583 [In Bulgarian].
- Frank, M. & Roeckerrath, C. (2016). Augmenting Mathematics Courses by Problem-Based Learning. *International J. of Engineering Pedagogy* 6(1), 50-55.
- Fullan, M. (2009). *Michael Fullan's answer to "what is personalized learning?"* Microsoft Partner Network. <http://cs.mseducommunity.com> – посетен на 23.06.2016 г.
- Gendjova, A. & Kamusheva, A. (2012). Generic skills and competences for the professional development of the Chemistry graduates of Sofia University. *Chemistry* 21, 202-214 [In Bulgarian].
- Harpaz, Y. (2014). *Teaching and Learning in a Community of Thinking*. London: Springer.
- Heckel, U., Bach, U., Richert, A., Jeschke, S. & Petermann, M. (2014). International Student Mobility in Engineering Education (pp. 293-306). In: Jeschke, S., Isenhardt, I., Hees, F. & Henning, K. (Eds.). *Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2013/2014*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Hegarty, K. & Holdsworth, S. (2015). Weaving complexity and accountability: approaches to higher education learning design (HELD) in the built environment. *Environment, Development and Sustainability*, 17(2), 239-258.
- Hoffmann, T. (1999). The meanings of competency. *J. of European Industrial Training*, 23(6), 275-285.
- Hokanson, B. & Gibbons, A. (Eds.). (2014). *Design in Educational Technology*. London: Springer.
- Hrmo, R., Miština, J. & Krištofiaková, L. (2016). Improving the Quality of Technical and Vocational Education in Slovakia for European Labour Market Needs. *International J. of Engineering Pedagogy*, 6(2), 14-22.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Larkin, T. (2016). The Creative Project: Design, Implementation, and Assessment. *International J. of Engineering Pedagogy*, 6(1), 72-79.
- Leone, S. (2013). *Characterisation of a personal learning environment as a lifelong learning tool*. New York: Springer.
- Malollari, I., Xhangolli, L. & Kopali, A. (2004). Desing of a New Multi-Dimensional Engineering Curriculum (pp. 128-139). In: *Second Regional Conference on Engineering Education*. Sofia, Dec. 5-7, 2003.
- Manziona, L., Abu-aisheh, A., Sumukadas, N. & Congden, S. (2016). Preparing Engineering Students for the Global Sourcing Environment. *International J. of Engineering Pedagogy*, 6 (3), 19-23.

- Mitchell, I., Ling, C., Krusekopf, C. & Kerr, S. (2015). Pathways toward whole community transformation: a case study on the role of school engagement and environmental education. *Environment, Development and Sustainability*, 17(2), 279-298.
- Mor, Y., Mellar, H., Warburton, S. & Winters, N. (Eds.). (2014). *Practical Design Patterns for Teaching and Learning with Technology*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Paulsen, M. (Ed.). (2013). *Higher Education: Handbook of Theory and Research*. New York: Springer.
- Pelech, J. & Pieper, G. (2010). *The comprehensive handbook of constructivist teaching: from theory to practice*. Charlotte: Information Age Publishing, Inc.
- Rauner, F., Heinemann, L., Maurer, A., Haasler, B., Erdwien, B. & Martens, T. (2013). *Competence Development and Assessment in TVET (COMET)*. Heidelberg: Springer.
- Rogers, C. (1983). *Freedom to learn for the 80's*. Columbus, OH: Charles E. Merrill.
- Rychen, D. & Salganik, L. (Eds.). (2001). *Defining and Selecting Key Competencies*. Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers.
- Şen, Z. (2013). *Philosophical, Logical and Scientific Perspectives in Engineering*. New York: Springer.
- Spenser, L. & Spenser, S. (1993). *Competence at work. Models for Superior Performance*. New York: John Wiley & Sons.
- Tan, A. (Ed.). (2013). *Creativity, Talent and Excellence*. Singapore: Springer.
- Tafrova-Grigorova, A., Boiadjieva, E., Emilov, I. & Kirova, M. (2012). Science teachers' attitudes towards constructivist environment: A Bulgarian case. *Baltic journal of science education*, 11, 184-193.
- Van den Bossche, P., Gijsselaers, W. & Miltner, R. (Eds.) (2013). *Facilitating Learning in the 21st Century: Leading through Technology, Diversity and Authenticity*. Heidelberg: Springer.
- Young, R. & Collin, A. (2004). Introduction: Constructivism and social constructivism in the career field. *J. of Vocational Behavior*, 64(3), 373-388.
- Young, R. & Popadiuk, N. (2012). Social constructionist theories in vocational psychology (pp. 9-28). In: McIlveen, P. & Schultheiss, D. (Eds.). *Social constructionism in vocational psychology and career development*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Zwiel, M. (2000). *Creating a Culture of Competence*. New York: Wiley.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

1. **Илиева, Н.**, Бояджиева, Е. (2013). Съвременни изисквания към професионалната подготовка на инженери по енергетика. *Химия*, 22(4), 516-532.
2. **Илиева, Н.**, Бояджиева, Е. (2016). Оценяване на възприятията за учебната среда в университетски групи. *Химия*, 25(1), 137-153.
3. **Илиева, Н.**, Бояджиева, Е. (2014). Педагогически подходи за проектиране на съвременна учебна среда във висшето училище. *Списание на Софийския университет за образователни изследвания*, 3.
4. **Илиева, Н.**, Маринова, Ив., Вангаров, И., Петков, М. (2014). Конструирание на тест за оценка на постиженията по „Инженерна екология“. *ИЗВЕСТИЯ на ТУ- Сливен*, 27, 97-102.
5. Vangarov, I., Belichev, M., **Илиева, Н.** (2015). Application of statistical software SPSS to study the professional profile of engineers. In: The 2nd Internet conference “Youth and modern Europe”, April 28.

УЧАСТИЕ В НАУЧНИ ФОРУМИ

1. Изнесено докторантско обучение с участието на лектори от Institute of Education (IOE) - Лондон, Рибарица, септември, 2012 г.
2. Изнесено докторантско обучение с участието на лектори от Institute of Education (IOE) - Лондон, Боровец, септември, 2013 г.
3. Участие в Национална конференция с международно участие „Образователни технологии 2013“ на ТУ-София, ИПФ-Сливен, Каварна, септември, 2013.
4. Участие в 45-та Национална конференция на учителите по химия с международно участие „Образователни стандарти и природонаучна грамотност“, Габрово, октомври, 2013.
5. Участие в Конференция с международно участие „Съвременни предизвикателства пред педагогическата наука“, София, 6-8 юни, 2014.
6. Участие в Национална конференция с международно участие „Образователни технологии 2015“ на ТУ-София, ИПФ-Сливен, Каварна, септември, 2015.
7. Участие в 46-та Национална конференция на учителите по химия с международно участие „Изграждане на конструктивистка учебна среда и възраждане на химичния експеримент в училище“, октомври, 2015 г.

