

ПРОЦЕДУРАТА BLUP КАТО СТАТИСТИЧЕСКИ ИНСТРУМЕНТ В ПЕДАГОГИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ ЗА ВЛИЯНИЕТО НА УЕББАЗИРАНИ ОБРАЗОВАТЕЛНИ РЕСУРСИ ПРИ ФОРМИРАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИ КОМПЕТЕНТНОСТИ В БИОЛОГИЧНАТА ПОДГОТОВКА НА СЕДМОКЛАСНИЦИ

¹⁾Златка Ваклева, ¹⁾Маргарита Панайотова,
²⁾Тоня Георгиева, ²⁾Димо Пенков

¹⁾Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

²⁾Аграрен университет – Пловдив

Резюме. В изследването са представени акценти от педагогически експеримент за приноса на уеббазираните образователни ресурси за формиране на екологични компетентности в обучението по биология и здравно образование (БЗО) в VII клас. Установено е, че уеббазираните образователни ресурси са една от ефективните форми за реализация на ИКТ в БЗО. Експерименталните данни са подложени на статистическа обработка с процедурен модел BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). Анализират се възможностите за приложение на този статистически модел в педагогическите изследвания.

Ключови думи: уеббазираны образователны ресурсы; екологичны компетентности; педагогическо изследване; Best Linear Unbiased Prediction (BLUP)

Въведение

Формирането на екологични компетентности е в основата на новите Държавни образователни изисквания и учебни програми¹⁾.

Това поражда необходимост от обективизиране на възможностите за тяхното формиране в образователната практика. В тази посока са проведени редица педагогически изследвания през последните години. Те са насочени към установяване на уеббазирани образователни ресурси (Panayotova, Vakleva, Teneva, Karamfilov & Penkov, 2020; Stanislavov, Vakleva & Panayotova, 2019), дигитализация на учебния процес (Tellalova, 2020), изследване на възмож-

ностите на виртуалното образователно пространство (Orozova, Stoyanov & Popchev, 2013), адаптиране на образователната система към новите технологии (Buhcheva, 2016) и др. Посочените изследователи акцентират върху необходимостта от разработване на подходящи дидактически технологии за формиране на екологични компетентности, както и надежден статистически инструмент за констатиране на тяхната ефективност.

Това ни насочи към изследване за формиране на *екологични компетенции за устойчива околна среда* като приоритет на обучението по *биология и здравно образование* в училище. Създаването на *подходящите инструменти за усъвършенстване на този процес* е от съществено значение за постигане на добри резултати в широко популярното напоследък обучение в електронна среда.

Теоретичните постановки по проблема (Aleksiev, 2016; Buhcheva, 2016; Totkov et al., 2010) открояват дигиталните умения като основни в профила на ученика през XXI век.

Дигиталното поколение се отличава с:

- очаквания за бързо получаване на отговори на интересуващи ги въпроси;
- успоредно усвояване на теоретични знания и практически опит;
- нужда от интеракция в интелектуалното развитие;
- склонност да учат без ограничения във времето и пространството;
- желание за развитие, като откриват нови неща;
- нужда от уеббазирани ресурси.

Екологичната компетентност е актуална образователна категория. Съвременното гражданско общество се нуждае от екологична компетентност, за да се справи с все по-сложните екологични проблеми и да участва в поддържането на устойчива околна среда.

Здравка Костова (2003) определя компетенциите като поредица от умения, структурирани в система, които дават възможност за самостоятелна дейност на индивида. Това са динамични поведенчески изяви, чрез които се демонстрират знания, умения и отношения. В извършването им се обединяват трите сфери на личността – познавателна, емоционална и волева.

Друг подход към понятията (Vakleva, 2016; Panayotova & Vakleva, 2017) дава възможност *компетенциите* да се определят като единство от знания, умения, ценностни ориентации и готовност за опазване на природата, а *компетентността* – като качество на личността, което показва доколко човек притежава необходимия сбор от компетенции, които го правят компетентен в дадена област и му позволяват да взема правилните решения в различни ситуации (професионални и/или житейски).

Екологичната компетентност на индивида е насочена към оптимизиране на взаимодействието с природата (Vakleva, 2016; Panayotova & Vakleva, 2017).

Ценностният компонент на екологичните компетенции се изразява чрез отношението на човека към себе си и към околната среда във всичките ѝ аспекти. Формирането на такова отношение е заложено като цел на цялостното обучение по „Биология и здравно образование“ (БЗО) в училище (Panayotova, Vakleva, Teneva, Karamfilov & Penkov, 2020).

Използването на уеббазирани образователни ресурси по реализиране на ефективен образователен процес за формиране на екологична компетентност е свързано с популяризирането на информационните и комуникационните технологии в обучението, което доведе до необратими промени в образователния процес. В дигиталната ера търсенето на нови и дръжки решения за обучение в електронна среда насочва вниманието към глобално дигитализиране на интелектуалната дейност и информационния трафик. Динамиката в съвременното технологично развитие е в известна степен изпреварваща в сравнение с педагогическата теория и практика. Нараства необходимостта от разработване на експериментално изследвани и научно обосновани решения за дигитализация на различни елементи от образователния процес.

Съществува опит за разработване на класификации и стандарти за е-обучение (Minaei-Bidgoli, Kashy, Kortemeyer & Punch, 2003; Wong, et al., 2020; Totkov et al., 2010). Както за всеки тип обучение, така и за уеббазираното от съществено значение е ресурсното осигуряване на учебния процес (Aleksiev, 2016; Aleksieva, Boneva & Gramadska, 2015; McClelland, 2003).

Целта на настоящото изследване е да се представят възможностите на:

- уеббазирани образователни ресурси за формиране на екологични компетенции за устойчива околна среда;
- статистическия инструмент Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) за обработка на емпирични данни от педагогически експеримент.

Материали и методи

Изследването се основава на посочените в Закона за предучилищното и училищното образование²⁾ екологични компетенции, формулирани като умения за подкрепа на устойчивото развитие и за здравословен начин на живот.

Експерименталната работа по изследването се предшества от *теоретично проучване* по проблема.

За целите на изследването е проведен *педагогическият експеримент* с използване на уеббазирани образователни ресурси в уроци с екологично учебно съдържание в обучението по „Биология и здравно образование“ в VII клас¹⁾ като възможност за изграждане на екологични компетенции у учениците. Експериментът е проведен в ОУ „Райна Княгиня“ – Пловдив. В изследването са включени 92 ученици от четири паралелки от VII клас, които са групирани в два варианта на работа – контрола и експеримент, представени на таблица 1.

Таблица 1. Целева група, обект на експеримента

Варианти	Изследвани групи ученици		Среден успех от първи учебен срок по БЗО
	Брой ученици	Паралелка	
Контрола	46	VII ^a , VII ^b	Отличен 5,50
Експеримент	46	VII ^b , VII ^c	Отличен 5,57

В *контролната група* обучението се осъществява в кабинета по биология с приложение на обяснително-илюстративния подход, като активната фигура в обучителния процес е преподавателят.

В *експерименталната група* обучението се провежда в компютърен кабинет и се базира на евристичния подход с помощта на интерактивни мултимедийни презентации на уроците с аудио и видео уеббазирани образователни ресурси. Всеки ученик работи самостоятелно с предварително качена презентация на учебното съдържание, подготвена за конкретния урок. Основните компоненти в изследвания методичен модел са представени на фиг. 1.



Фигура 1. Характеристики на методическия модел

Интерактивните презентации на уроците и дидактическите тестове за проверка на знанията и уменията са разработени под ръководството на преподаватели от катедра „Ботаника и методика на обучението по биология“ на Биологическия факултет на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

В експеримента са включени система от уроци от програмата по „Биология и здравно образование“ в VII клас (таблица 2), в които се разглежда екологична тематика. Те са проведени в нормални учебни условия в компютърния кабинет и в кабинета по биология. Часовете са с продължителност 40 минути. Тяхната дидактическа структура съдържа следните компоненти: *въвеждаща част* – актуализиране на знания – от 5 до 7 минути; *основна част*

Таблица 2. Теми по „Биология и здравно образование“ – VII клас

Тема	Тип и вид на урока	Учебни постижения	Учебазирани образователни ресурси
Роля на живите организми в кръговрата на веществата	Семинар	Описва ролята на живите организми в кръговрата на веществата. Оценява ролята на отделните организми и на човека за съхраняване на хармонията в природата	Мултимедийна презентация, схематичен модел, видеоклип, тестови задачи
Взаимоотношения между организмите в природата	Нови знания	Назовава и описва видовете взаимоотношения между организмите в природата	Мултимедийна презентация, таблица, схематичен модел, видеофрагменти
Роля на едноклетъчните организми в природата	Нови знания	Описва значението на едноклетъчните организми в природата	Видеофрагменти, схематичен модел, анимация, тестови задачи
Паразитни растения и растения хищници	Нови знания	Описва значението на паразитните растения за развитието на организмовия свят и значението им за човека	Видеоклипове, елементи от образователни ресурси „Зелен пакет“, тестови задачи
Ролята на растенията в природата и значението им за човека	Семинар	Описва ролята на растенията и значението им за човека	Мултимедийна презентация; схематичен модел, видеоклип; тестови задачи
Биоразнообразие на растенията и животните	Семинар, базиран на разработени проекти от учениците	Описва биоразнообразието на растенията и животните. Анализира връзката между природната среда и богатството на видове. Назовава и посочва върху изображения защитени видове от флората и фауната	Дидактични модели на казуси, система от тестови задачи
Роля на човека за опазване на биоразнообразието	Семинар	Назовава системата от правила и оценява ролята на човека за опазване на биоразнообразието	Мултимедийна презентация, таблица, схематичен модел, видеофрагменти
Защитени природни обекти в България	Семинар по проекти от учениците	Посочва на картата защитени обекти. Анализира значението на защитените природни обекти за опазване на биоразнообразието	Видеофрагменти, схематичен модел, анимация, тестови задачи

– преподаване на знания по новата за часа тема от учителя (в контролната група) или посредством интерактивна мултимедийна уеббазирана презентация (в експерименталната група) – 20 – 25 минути; *заклучителна част* – дискусия, въпроси, обобщение (организирани от преподавателя) – около 7 – 10 минути; тест за оценка на знанията и уменията – веднага на следващия час – 7 минути.

За диагностика на резултатите от експеримента са разработени и проведени *диагностични тестове*. Те включват система от екологични задачи от различен характер и служат за отчитане на резултатите по приетите показатели, представени на таблица 3.

Статистическата обработка на емпиричните данни от педагогическия експеримент е направена с многофакторен дисперсионен анализ (SAS-SPSS – 2016), базиран на процедурния модел BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). В изследването е приложен *статистически модел – процедурата BLUP* като инструмент за статистическа обработка на данни в педагогическо изследване. Общото статистико-математическо описание на модела е представено на фигура 2.

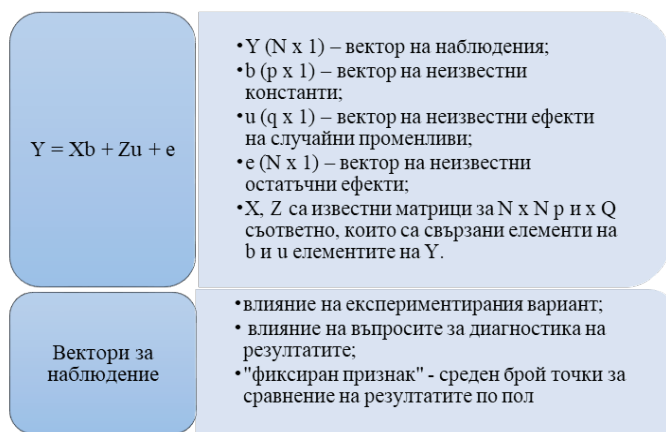
Постиженията по критерия „екологична компетентност“ отчитаме с два показателя: *екологични знания* (отчитаме нивото на усвоените екологични знания, заложили в учебната програма³⁾); *умения за опазване и устойчиво развитие на околната среда* (констатираме умението на учениците да осмислят и оценяват взаимоотношенията „човек – среда“). Всеки от показателите съответства на определени нива от таксономия на Б. Блум (Bloom, 1956), посочени на таблица 3.

Таблица 3. Показатели и инструментариум за отчитане на резултатите по критерий „Екологична компетентност“

Показатели	Инструментариум	Система за оценяване
Екологични знания (нива знания и разбиране от когнитивната таксономия на Б. Блум)	T ₁ и T ₂ система от екологични задачи	Оценяването на резултатите се осъществява с точки.
Умения за опазване и устойчиво развитие на околната среда (нива анализ и синтез)		Получените данни се подлагат на статистическа обработка.

Резултати и обсъждане

Получените данни от педагогическия експеримент по критерия „екологична компетентност“ и по двата приети показателя – „екологични знания“ и „умения за опазване и устойчиво развитие на околната среда“, сочат повишаване на резултатите и са представени на фигура 4. Това е доказателство за ефективността на разработените и използвани уеббазирани образователни ресурси при формиране на екологични компетентности у учениците в процеса на биологична подготовка в училище.



Фигура 2. Характеристики и математически процедури на използвания статистически модел

Вниманието ни при статистическата обработка на данните с процедурния модел BLUP е насочено към няколко аспекта: 1) възможности за отчитане на стандартни статистически величини; 2) за кръстосано влияние на различни фактори в изследвания методически модел.

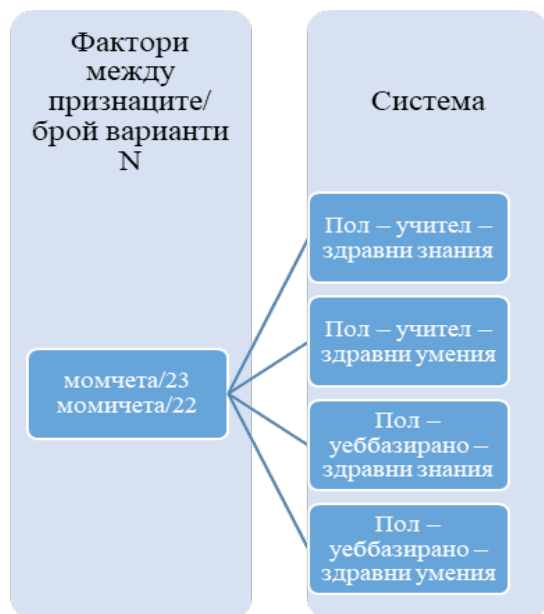
С изследваната статистическа процедура отчитаме, че между двата изследвани варианта разликите са статистически достоверни. Допълнителните възможности за обработка и анализ, които осигурява тази статистическа процедура, са за комплексното влияние на отделните фактори, което дава по-точна и широка информация за менажиране на учебния процес.

Това се осигурява от основните математически модели, представени на фигура 3. Използването на допълнителна математическа обработка разширява възможностите за тълкуване на получените резултати от експеримента.

За тази цел са разработени групи от признаци, представени на фигура 3. Съчетанието от групи признаци и брой изследвани лица формира общо 200 източника на информация. Като цяло, те са разпределени равномерно по основни признаци, като пол, преподаването от *учителя* учебно съдържание, *уеббазираните образователни ресурси*, *екологични знания и екологични умения*. Ограничаващ фактор в този случай е сравнително малкият брой изследвани лица (46) във всяка група.

Общият брой на участващите ученици е сравнително равномерно разпределен по полове (фигура 3).

Установяваме динамично разпределение на общите средни. Учениците показват по-добри знания при уеббазирания източник на информация, докато



Фигура 3. Фактори, брой варианти и системи от отчитани показатели

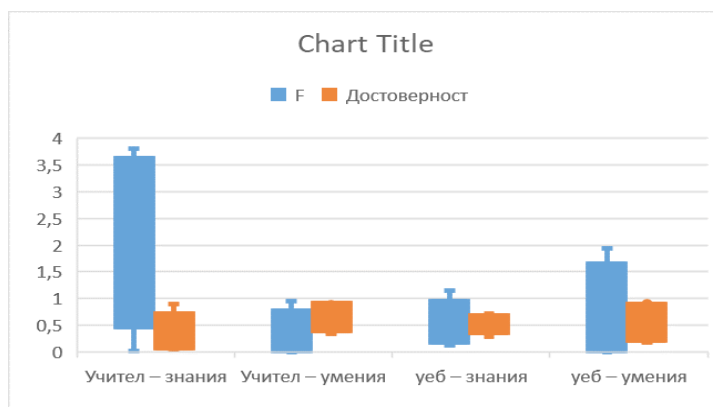
при уменията по-високият успех се отчита при обясненията на учителя. Общата достоверност на разликите по признаци е отразена на таблица 4.

Таблица 4. Обща достоверност* на разликите по признаци

Ефект при	Наименование на модела	Стойност	F	Достоверност
пол при учител – екологични знания	Pillai's Trace	,000	.a	.
	Wilks' Lambda	1,000	.a	.
	Hotelling's Trace	,000	.a	.
	Roy's Largest Root	,000	,000	1,000
пол при уеб – екологични знания	Pillai's Trace	,000	.a	.
	Wilks' Lambda	1,000	.a	.
	Hotelling's Trace	,000	.a	.
	Roy's Largest Root	,000	,000	1,000
пол при учител – екологични умения	Pillai's Trace	,079	,811	,526
	Wilks' Lambda	,921	,811	,526
	Hotelling's Trace	,085	,811	,526
	Roy's Largest Root	,085	,811	,526

пол при учеб – екологични умения	Pillai's Trace	,080	,828	,516
	Wilks' Lambda	,920	,828	,516
	Hotelling's Trace	,087	,828	,516
	Roy's Largest Root	,087	,828	,516

*Достоверност: при стойност $\leq 0,09$ достоверно при $p \leq 0,05$; при стойност $\leq 0,009$ достоверно при $p \leq 0,01$; при стойност $\leq 0,001$ достоверно при $p \leq 0,001$



Фигура 4. Ефекти, получени при сравняване на отделните статистически фактори

При отчитане на екологичните знания четирите избрани модела на изчисления на достоверност не отчитат статистически достоверни влияния при линейното си взаимодействие с признаците (успех на учениците). В случая, моделът или не е в състояние да изчисли каквито и да е резултати (няма връзка при комбинацията на различните ефекти,) или е изчислил, че съответните комбинации не влияят съществено върху варирането на признаците (в случая – разликите в постиженията между половете). Същата тенденция отчитаме при сравняване ефектите на отделните статистически фактори (таблица 5).

Таблица 5. Ефекти, получени при сравняване на отделните статистически фактори

Свободен (освободен) ефект	Зависимо вариране	F	Достоверност
Пол – учител – знания	Учител – знания	.	.
	Учеб – знания	.	.
	Учител – умения	.	.
	Учеб – умения	.	.

Пол – уеб – знания	Учител – знания	.	.
	Уеб – знания	.	.
	Учител – умения	.	.
	уеб – умения	.	.
Пол – учител – умения	Учител – знания	,822	,370
	Уеб – знания	,815	,372
	Учител – умения	1,003	,322
	Уеб – умения	,311	,580
Пол – уеб – умения	Учител – знания	1,570	,217
	Уеб – знания	,471	,496
	Учител – умения	,000	1,000
	Уеб – умения	,425	,518

Не така стои въпросът, когато се сравнят при другите избрани от нас комбинации, а именно, като се включи като признак влиянието на пола при раздробяване на ефектите. При сравняване на комбинацията „учител – знания“ с успеха по пол (таблица 6) се установяват някои разлики в зависимост от този фактор. Отчетлива е тенденцията – влиянието и на учителя, и на уеббазираното обучение да са по-високи при знанията на момчетата, докато при уменията тенденцията е разнопосочна – по-добре са усвоили знанията момчетата, а уменията – момчетата.

При сравняване комбинацията пол – уеб – знания (таблица 7) тенденциите са разнопосочни. Уеббазираната платформа е оказала по-голямо положително въздействие върху знанията при момчетата и по-незначително, но все пак по-високо – и при уменията при момчетата, докато ефектът при момчетата е определено в полза на учителя. Ако фиксираме ефектите за умения, то логично ще се получат обратните тенденции на тези, отразени в таблица 6 и 7.

Таблица 6. Сравнение на комбинацията пол – уеб – знания с другите ефекти

3. SEXWEZ					
Свободни ефекти	Фиксиран ефект „пол – уеб – знания“	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Най-ниско средно	Най-високо средно
Учител – знания	Момчета	6,683a	,538	5,595	7,770
	Момичета	8,182a	,241	7,696	8,668
Уеб – знания	Момчета	11,016a	,492	10,023	12,009
	Момичета	9,864a	,220	9,420	10,307
Учител – умения	Момчета	9,651a	,487	8,666	10,635
	Момичета	7,773a	,218	7,333	8,213

Уеб – умения	Момчета	10,460а	,517	9,416	11,505
	Момичета	10,182а	,231	9,715	10,649

* При стойност $\leq 0,09$ – достоверно при $p \leq 0,05$; при стойност $\leq 0,009$ – достоверно при $p \leq 0,01$; при стойност $\leq 0,001$ – достоверно при $p \leq 0,001$

На таблица 7 са отразени корелационните зависимости между избраните от нас главни признаци на въздействие върху успеваемостта на учениците.

Таблица 7. Корелационни зависимости в направление екологични знания – екологични умения

	Учител – знания	Уеб – знания	Учител – умения	Уеб – умения
Учител – знания	1			
Уеб – знания	-0,23607	1		
Учител – умения	0,087584	0,030173	1	
Уеб – умения	-0,33845	0,703932	0,08443	1

Най-висока положителна корелация наблюдаваме в системата „уеб – знания“ – „уеб – умения“. Значителна, но отрицателна корелация се отчита в системата „учител – знания“ – „уеб – умения“. Другите корелации, независимо от знака, са незначителни по стойност.

Изводи и заключения

Представените акценти от педагогическия експеримент са основание за няколко основни извода.

Твърде ограничено е прилагането на статистически процедурен модел BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) в педагогически изследвания.

Този процедурен модел осигурява добри възможности за:

- статистическа обработка на данни от педагогически изследвания;
- сравняване влиянието на различни фактори в система (учител – уеб – екологични знания – умения; пол);
- проследяване на корелационната зависимост между екологичните компетентности и методиката на преподаване с фокус на уеббазирани образователни ресурси;
- откриване на повече зависимости за изследване на резултати от педагогически експерименти.

Best Linear Unbiased Prediction може да бъде широко използван като статистически инструмент в педагогическата диагностика.

Като цяло считаме още, че:

- Учебното съдържание по БЗО в VII клас дава различни възможности за интегриране на нови уебтехнологии в образователния процес. Уеббазираните

образователни ресурси са една от формите за реализация на ИКТ в училище и в частност в обучението по БЗО VII клас.

– Създаденият за целите на педагогическото изследване методичен модел с приложение на уеббазирани образователни ресурси е: приложим в обучението по БЗО, VII клас; стимулира формирането на здравно-екологични компетентности.

– Разработената дидактическа технология за приложение на уеббазирани образователни ресурси за формиране на екологична компетентност е ефективна (спомога за подобряване на резултатите от образователния процес).

– Разработеният инструментариум дава възможност за получаване на достоверни данни, подходящи за статистическа обработка.

– Сравнителният анализ на резултатите от педагогическото изследване е основание да се приеме, че предложеният дидактически модел за приложение на уеббазирани образователни ресурси стимулира формирането на екологична компетентност. Дизайнът на педагогическото изследване е приложим в друго учебно съдържание и възрастова група ученици.

БЕЛЕЖКИ

1. Учебни програми по биология и здравно образование (<https://www.mon.bg/bg/28>).
2. Закон за предучилищното и училищното образование. Обн. в „Държавен вестник“, бр. 79, 13.10.2015.
3. Учебна програма по БЗО за VII клас (https://www.mon.bg/upload/2724/biology_7kl_expanded.pdf).

ЛИТЕРАТУРА

- Алексиев, Т. (2016). Образователни геопространствени уебплатформи и ресурси за обучение по география и икономика. *Проблеми на географията 1 – 2*, стр. 89 – 102.
- Алексиева, Л., Бонева, М. & Грамадска, Н. (2015). ИКТ в образованието – европейски и национални политики. *Електронно списание за наука, култура и образование*, 70 – 79.
- Ваклева, З. (2016). Измерения на екологичните компетенции. *Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив, Серия Г. Медицина, фармация и дентална медицина*, т. XIX, стр. 64 – 68.
- Костова, З. (2003). *Концептуализация на екологичното образование*. София: Faber.
- Костова, З. (2018). *Нови измерения на ученето*. Пловдив: Макрос.
- Орзова, Д., Стоянов, С. & Попчев, И. (2013). Виртуално образователно пространство. *Научна конференция с международно*

- но участие (стр. 153 – 159). Бургас: Бургаски свободен университет.
- Панайотова, М. & Ваклева, З. (2017). *Здравно-екологичните компетенции в обучението по природни науки и екология*. Пловдив: Макрос 2000.
- Панайотова, М., Ваклева, З., Тенева, М., Карамфилов, С. & Пенков, Д. (2020). Резултати от приложение на уеббазирани образователни ресурси за формиране на здравни компетентности в обучението по биология и здравно образование в VII клас. *Професионално образование*, 2.
- Станиславов, Б., Ваклева, З. & Панайотова, М. (2019). Възможности за формиране на здравно-екологични компетентности в обучението по „Човекът и природата“ (V и VI клас). *Серия А. Обществени науки, изкуство и култура. Том V, стр. 144 – 147*. Пловдив: Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив.
- Теллалова, Ж. (2020). Възлагането на задачи за домашна работа в дигитална среда като средство за повишаване мотивацията и резултатите на учениците. *Професионално образование*, 2.
- Тотков, Г., Донева, Р., Сомова, Е., Шойкова, Е., Ескенази, А., Райкова, М. & Левтерова-Гаджалова, Д. (2010). *Е-обучението в информационното общество: технологии, модели, системи, достъпност и качество*. Пловдив: Паисий Хилендарски.
- Цанова, Н. & Райчева, Н. (2012). *Методика на обучението по биология*. София – Москва: РЕНСОФТ.
- Bloom, B. S., Krathwoh, D. R. & Masia, B. B. (1984). *Bloom taxonomy of educational objectives*. Boston: MA. Copyright by Pearson Education.
- Buhcheva, T. B. (2016). Digitalnite tehnologii I obuchenieto na digitalnite mladej. *Pedagogicheski novost*. doi: ISSN 1314-7714.
- McClelland, M. (2003). Metadata standards for educational resources. *Computer*, 36(11), 107 – 109.
- Minaei-Bidgoli, B., Kashy, D., Kortemeyer, G., & Punch, W. (2003). Predicting student performance: an application of data mining methods with an educational web-based system. *33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. 5 – 8. Boston: Annual Frontiers in Education.
- Wong, T., Xie, H., Zou, D., Wang, F., Tang, J., Kong, A., & Kwan, R. (2020). How to facilitate self-regulated learning? A case study on open educational resources. *Journal of Computers in Education*, 7(1), 51 – 77.

REFERENCES

- Aleksiev, T. (2016). Educational geospatial web platforms and resources for teaching geography and economics. *Problems of Geography* 1 – 2, pp. 89 – 102.

- Aleksieva, L., Boneva, M. & Gramadska, N. (2015). ICT in education - European and national policies. *Electronic Journal of Science, Culture and Education*, 70 – 79.
- Vakleva, Z. (2016). Dimensions of environmental competences. *Scientific works of the Union of Scientists in Bulgaria – Plovdiv, Series D. Medicine, Pharmacy and Dental Medicine*, vol. XIX, pp. 64 – 68.
- Kostova, Z. (2003). *Conceptualization of environmental education*. Sofia: Faber.
- Kostova, Z. (2018). *New dimensions of learning*. Plovdiv: Macro.
- Orozova, D., Stoyanov, S. & Popchev, I. (2013). Virtual educational space. *Scientific conference with international participation* (pp. 153 – 159). Burgas: Burgas Free University.
- Panayotova, M. & Vakleva, Z. (2017). *Health and environmental competencies in the teaching of Natural Sciences and Ecology*. Plovdiv: Macros 2000.
- Panayotova, M., Vakleva, Z., Teneva, M., Karamfilov, S. & Penkov, D. (2020). Results from the application of web-based educational resources for the formation of health competencies in the teaching of biology and health education in VII grade. *Vocational education*, 2.
- Stanislavov, B., Vakleva, Z., & Panayotova, M. (2019). Opportunities for the formation of health and environmental competencies in the teaching of „Man and nature“ (5th and 6th grade). *Series A. Social sciences, art and culture. Volume V*, pp. 144 – 147. Plovdiv: Scientific papers of the Union of Scientists in Bulgaria – Plovdiv.
- Tellalova, J. (2020). Assigning homework assignments in a digital environment as a means of increasing students' motivation and performance. *Vocational education*, 2.
- Totkov, G., Doneva, R., Somova, E., Shoikova, E., Eskenazi, A., Raykova, M. & Levterova-Gadzhhalova, D. (2010). *E-learning in the information society: technologies, models, systems, accessibility and quality*. Plovdiv: Paisii Hilendarski.
- Bloom, B. S., Krathwoh, D. R., & Masia, B. B. (1984). *Bloom taxonomy of educational objectives*. Boston: MA. Copyright by Pearson Education.
- Buhcheva, T. B. (2016). Digitalnite tehnologii i obuchenieto na digitalnite mladej. *Pedagogicheski novost*. doi: ISSN 1314-7714.
- McClelland, M. (2003). Metadata standards for educational resources. *Computer*, 36(11), 107 – 109.
- Minaei-Bidgoli, B., Kashy, D., Kortemeyer, G., & Punch, W. (2003). Predicting student performance: an application of data mining methods with an educational web-based system. *33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. 5 – 8. Boston: Annual Frontiers in Education.

Wong, T., Xie, H., Zou, D., Wang, F., Tang, J., Kong, A. & Kwan, R. (2020). How to facilitate self-regulated learning? A case study on open educational resources. *Journal of Computers in Education*, 7(1), 51 – 77.

**BEST LINEAR UNBIASED PREDICTION PROCEDURE
AS STATISTICAL TOOLS IN EDUCATIONAL RESEARCH
ON THE IMPACT OF WEB-BASED EDUCATIONAL RESOURCES
FOR THE FORMATION OF ENVIRONMENTAL COMPETENCE
IN BIOLOGICAL PREPARATION
OF STUDENTS IN 7TH GRADE**

Abstract. The study presents highlights of a pedagogical experiment on the contribution of web-based educational resources for the formation of environmental competencies in the teaching of biology and health education in 7th grade. The experimental data were subjected to statistical processing with the procedural model BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). Thus, we demonstrate the possibilities for application of this statistical model in pedagogical research, which is the purpose of this study.

Keywords: web-based educational resources; environmental competencies; pedagogical research; statistical procedure; model Best Linear Unbiased Prediction; BLUP

✉ **Dr. Zlatka Vakleva, Assist. Prof.**

<http://orcid.org/0000-0002-7152-1511>

Dr. Margarita Panayotova, Assoc. Prof.

Web of Science ResearcherID: AAK-7247-2020

Department of Botany and MEB Faculty of Biology

University of Plovdiv “P. Hilendarsky”

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: margopan@uni-plovdiv.bg; margoo0609@abv.bg

E-mail: zlatkavakleva@abv.bg

✉ **Prof. Dr. Tonya Georgieva**

ORCID iD: 0000-0002-9708-4815

Prof. Dimo Penkov

<http://orcid.org/0000-0001-9289-3675>

Agricultural University

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: tonia@au-plovdiv.bg

E-mail: dimopenkov@gmail.com