

УПРАВЛЕНИЕ НА ЗНАНИЯТА ПО СТРУКТУРИ ОТ ДАННИ ЧРЕЗ СМЕСЕНО ОБУЧЕНИЕ

¹Гл. ас. д-р Валентина Дянкова, ²д-р Милко Янков

¹Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“ – Шумен

²Пловдив

Резюме. Авторите се фокусират върху прилагането на смесеното обучение в управлението на знания по „Структури от данни“. Едно от предизвикателствата пред смесеното обучение е да се осигури модел за създаване на интегрирана учебна среда, която гарантира ефективен учебен процес. Целта на разработката е да се идентифицират ключови процеси, роли на обучаемите, учебни ситуации и да се предложи декомпозиране на учебния процес на учебни единици, подлежащи на управление в смесен подход на обучение. В ролята на онлайн компонента за смесено обучение е предложена примерна система за обучение по „Структури от данни“, разработена от авторите и реализираща възможности за учене чрез опит.

Ключови думи: структури от данни; смесено обучение; e-learning; активно учене

1. Въведение

Навлизането на технологиите във всички сфери на съвременния живот постави в образователния процес предизвикателството за съчетаване предимствата на обучението в класната стая с гъвкавостта и ефективността на дигиталните образователни ресурси. Комбинирането на традиционното обучение в синхронна на живо среда, ръководена от учители, и растящите технологични възможности на системите за онлайн обучение в асинхронна среда иницират идеята за смесено обучение (Bonk & Graham 2005). В (Hrastinski 2019) се обсъждат различни дефиниции, модели и концептуализации на смесеното обучение и ефектите от тях. Разнообразните дефиниции и модели се обединяват от идеята, че смесеното обучение (blended learning) интегрира обучението лице в лице и онлайн обучението (Graham 2013). Смесеното обучение се определя като нов традиционен модел или новото нормално в учебния процес (Dziuban et al. 2018) във все повече изследвания, насочени към възможностите му за подобряване процесите на преподаване и учене в образователна среда, която е адаптивна към съвременния начин на живот на обучаемите. Термини-

те „учител“ или „лектор“ не са подходящи в контекста на смесеното обучение. При смесеното обучение те вече не са основен източник на информация. Техните значително по-разнообразни и предизвикателни функции са предпоставка да бъдат наричани инструктори, дизайнери, фасилитатори.

Смесеното обучение може да бъде реализирано на четири нива (Bonk & Graham 2005): ниво на дейност, ниво на курс, ниво на програма и институционално ниво. Във всички тези нива естеството на смесване на онлайн обучение с присъствено обучение се определя от обучаемия и дизайнера или инструктора. Смесването на ниво дейност се реализира, когато една учебна дейност съдържа както обучение лице в лице, така и дигитално опосредствани елементи. Смесването на ниво курс е едно от най-често срещаните приложения на смесеното обучение. То включва комбинация от различни дейности лице в лице и онлайн дейности, използвани като част от курса. Някои смесени подходи ангажират обучаемите в различни дейности лице в лице и онлайн дейности, които се припокриват във времето, докато други подходи разделят времевите блокове така, че те да са подредени хронологично, но без да се припокриват. Смесването на ниво програма е най-често използвано във висшето образование за придобиване на определена степен. Смесването на програмно ниво обикновено включва един от двата модела: модел, при който участниците избират комбинация между курсове лице в лице и онлайн курсове, или такъв, при който комбинацията между двете е заложена в програмата. Институционалното ниво на смесване се свързва с поетите от някои институции организационни ангажименти за смесване на обучение лице в лице и онлайн обучение. В някои университети се налага задължително условие за определен брой онлайн курсове. Независимо от нивото, на което се прилага смесеното обучение, хибридната методология на преподаване със сливането на физически и цифрови учебни пространства помага за персонализиране на учебния опит на обучаемите и мотивира тяхното желание да учат. По-конкретно това им позволява да създават свои собствени гъвкави учебни планове и да се приспособяват към персонализирани стилове на учене, които най-добре им подходат.

Постигането на ефективни практики при използване на смесеното обучение изисква оптимално съчетаване на следните три елемента: онлайн учебни материали, лични дейности в класната стая и време за самостоятелно обучение. Успешно смесено обучение се получава, когато инструкциите в клас от дизайнери и косвените насоки от онлайн материалите са силно свързани. Едно от предизвикателствата пред смесеното обучение е да се осигури модел за създаване на интегрирана учебна среда, като се гарантира, че всеки съставен елемент, индивидуално и колективно, допринася за смислено и ефективно учебно изживяване (Singh 2021). Това определя декомпозирането на учебния процес на взаимно обусловени учебни единици, даващи възможност за целе-

во управление, като задължително условие за успешно прилагане на смесеното обучение.

Авторите се фокусират върху прилагането на смесеното обучение на ниво курс и по-конкретно в управлението на знания по „Структури от данни“. Дългогодишният им опит в тази област е основа за изследване възможностите за интегриране на традиционните образователни практики и електронните информационни ресурси. Системните алгоритми на смесеното обучение позволяват да се използва методът на „малки стъпки“ и да се създаде композиция от взаимосвързани образователни процеси (Kovalenko & Palamarchuk 2018). Целта на разработката е да се идентифицират ключови процеси, роли на обучаемите, учебни ситуации и да се предложи декомпозиране на учебния процес на учебни единици, подлежащи на управление в смесен подход на обучение и примерна онлайн система, реализираща възможности за активно учене и саморазвитие на обучаемите. Предложената онлайн система е дело на авторите и е в процес на развитие, за да отговори на предизвикателствата за саморегулативни функции от страна на обучаемите (Rasheed et al. 2020). Тя е разгледана като примерна онлайн компонента на смесеното обучение по „Структури от данни“, но нейното детайлно описание и специфика не са предмет на настоящата разработка. Редица научни и практически познания на авторите и техният практически опит са в основата на препоръките за прилагане принципите на смесеното обучение в един практически учебен процес по дисциплината „Структури от данни“. Предложената организация на учебния процес се използва в обучението по дисциплината „Структури от данни и алгоритми“ в Шуменския университет.

2. Организация на учебния процес при смесено обучение по „Структури от данни“

Спецификата на дисциплината „Структури от данни“ изисква обучението да бъде насочено към развиване на знания и умения за откриване на базови признаци при интегриране на данни в структура; избор на подходяща структура от данни за създаване на оптимален модел на реален процес; логическо мислене в термините на конкретна система за формализиране на знанията. Това предполага декомпозиране на учебния материал на учебни единици, които, от една страна, имплементират ситуации, в които обучаемите анализират, откриват специфични за дадена структура от данни свойства, прилагат получените до момента знания, а от друга – осигуряват динамичност, мобилност и провокират самостоятелната работа на обучаемите. Такава организация на учебния процес изисква формулиране на целите за базовите дейности, както и междинните цели. Прецизирането на взаимната им връзка е основа за установяване на йерархични отношения между тях.

За създаването на йерархична система от учебни единици при изучаване на понятията по „Структури от данни“ авторите използват метода на структурния анализ и проектирането (Structured Analysis and Design Technique – SADT). SADT е методология за софтуерно инженерство за описание на системите като йерархия от функции и успешно се използва за решаване на широк кръг задачи, като дългосрочно стратегическо планиране, автоматизирано производство и други (Marca & McGowan 1978). Универсалността на SADT дава възможност той да бъде приложен и в обучението. Залегналият в основата на SADT top-down анализ дава възможност за създаване на система от учебни единици за изучаване на понятията по „Структури от данни“, започваща с темен най-общ обзор, последваща детайлизация на функционалността на всяко понятие и йерархическа организация на нивата в системата. Изхождайки от същността на понятието, се осигурява неговото развитие на всеки следващ етап на задълбочаване на знанията, като се определя неговата същност на друго, по-високо ниво на организация. Всяко ниво се характеризира с определена система от знания и начин на формализация на тези знания. В създадената организация на учебния процес за всяко понятие са определени базови нива на знание, съответстващи на спецификата на усвоените знания и интелектуална инициатива на обучаемите. В най-общия си вид тези нива са следните.

– Ниво А – формиране на логическа представа за понятието, работа с дефиницията и обекти от обема на понятието. Това първо ниво на организация на знанията следва класическото определяне на едно понятие като система от признаци. С цел насочване вниманието на обучаемите към съществените инвариантни по отношение на произволен език за програмиране признаци, понятията по „Структури от данни“ се определят чрез техните характеристични признаци. Не се изисква прилагане на знания и умения по програмиране.

– Ниво В – усвояване на знания и умения за работа с характеристичните свойства на понятието и откриване на нови. Целта е акцентиране върху специфични свойства на изучаваната структура от данни и спецификата на тяхното проявление в различни ситуации. Придобитите в това ниво знания и умения са необходимо условие за моделиране на реален практически проблем чрез подходяща структура от данни. Не се изисква прилагане на знания и умения по програмиране.

– Ниво С – софтуерна формализация на понятието в конкретна система за програмиране. Това ниво на организация на знанията изисква софтуерна формализация на изучаваното понятие (обикновено клас). В него се работи за формиране на умения за логическо мислене в термините на определена система за формализиране на знания.

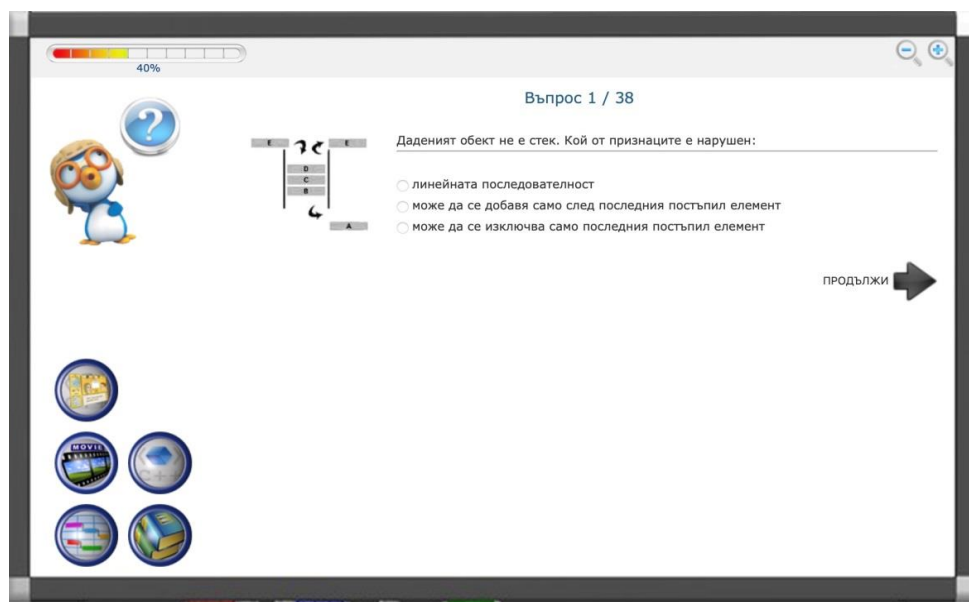
– Ниво D – усвояване на знания и умения за коректно използване на създадения в ниво С софтуерен модел. Това изисква разбиране на функционалността и коректно използване на методите на съответния клас.

– Ниво Е – усвояване на знания и умения за моделиране на реални практически процеси, оптимизиране на създадени модели, разширяване функционалността на понятието. Тук се формират умения за адаптивно прилагане на получените знания в предходните нива.

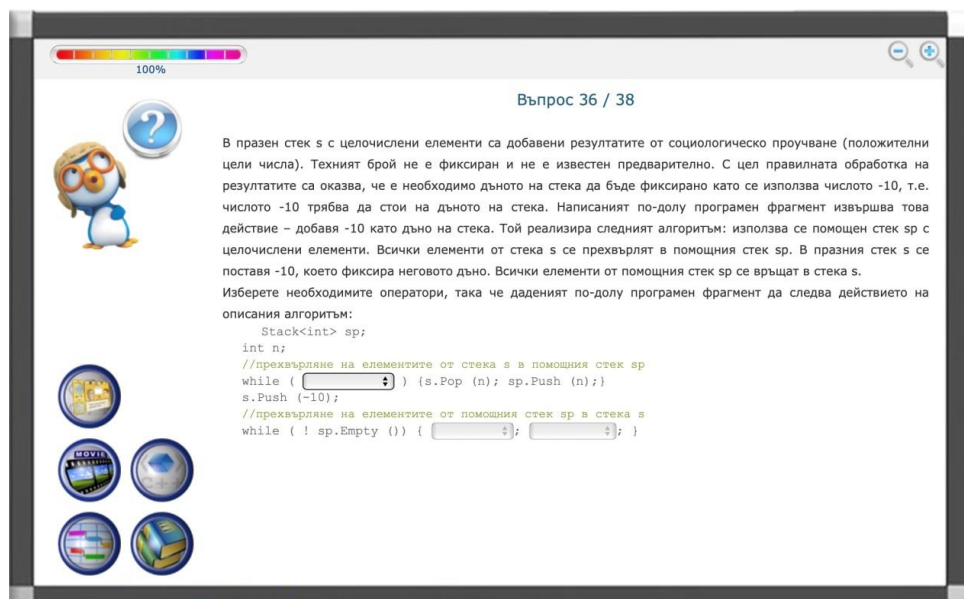
Всяко от тези нива притежава йерархична структура и включва в себе си нива, които ще бъдат конкретизирани съобразно залегналите в него цели. Адаптирайки целите от съответните нива в йерархията към текущото и бъдещото развитие на обучаемите, е целесъобразно те да бъдат поставяни пред тях като задачи или проблемни ситуации. Натрупаните по този начин знания, умения, опит се превръщат в мотивационна основа за бъдеща познавателна дейност на обучаемите, т.е. до способност за инициране на нови самоосъзнати от тях цели в контекста на рефлексивен подход в съответната образователна среда.

За прилагане на смесеното обучение в така изградената система е избран подходът за хронологично редуване на онлайн и присъствено обучение без времево припокриване. Това налага обоснован избор кои нива ще бъдат изучавани онлайн и кои – присъствено. Обоснованият избор за онлайн изучаваните нива трябва да се вземе в съответствие с цялостната визия на дизайнера на курса, спецификата на целите на съответното ниво, заложените за усвояване знания и умения и наличните ресурси за онлайн обучение. В така предложената организация на учебния процес нива А и В, в които става натрупване на емпиричен материал, не се изискват специфични знания и умения и се разчита на интелектуалната инициатива на обучаемите, се изучават самостоятелно в онлайн режим. Получените знания и умения от тези две нива са необходими за усвояването на заложените в ниво С знания. Ниво С се организира като лекция в присъствена форма на обучение. Счита се, че придобитите до момента знания от обучаемите и акцентите от дизайнера на курса по време на лекцията са достатъчни за онлайн практикуване в ниво D. Ниво D се изучава самостоятелно в онлайн режим. Свободното и коректно използване на софтуерния модел на съответната структура от данни, усвоени в ниво D, са задължително условие за изпълнение на целите от ниво Е. Заложените в ниво Е дейности, акцентирани върху алгоритмични практики, се извършват в присъствена форма на обучение по време на семинарни упражнения.

Като дигитална учебна среда за нивата, изучавани онлайн, авторите използват разработената от тях система за онлайн обучение по „Структури от данни“ DSLearning, достъпна на адрес www.dslearning.eu. Тя е създадена като система за обучение с обратна връзка, реализираща учене чрез опит. Системата DSLearning предоставя задачи, които са интегрирани в система, спазваща принципа за нарастване на трудността. На фигура 1а и фигура 1б са дадени примерни задачи от системата съответно за ниво А и ниво D.



Фигура 1а. Примерен онлайн ресурс за ниво А



Фигура 1б. Примерен онлайн ресурс за ниво D

DSLearning цели не количествена оценка на верните отговори, а създаване на рефлексивна среда за усвояване на знания. В този контекст при грешен отговор обучаемият получава помощна задача или въпрос, които целят да го насочат към знания и умения за самостоятелно коригиране на допуснатата грешка. Системата притежава и интерактивни елементи, които дават възможност за експериментална дейност на обучаемите с изучаваната структура от данни. Цялостно разработен е модулът за стек. Останалите модули имат частична реализация и са в процес на разработка. Преподавателят има достъп до всички резултати на обучаемите.

3. Йерархичен модел на смесено обучение по „Структури от данни“

Така описаната организация на учебния процес изисква целенасочено планиране и контролиране за всяко от нивата. За разработването на йерархичен модел на всеки от информационните потоци за описаните нива авторите следват моделите за активно учене (Bergin 2006). Особено внимание се отделя на онлайн нивата, чиято йерархична структура изисква детайлно прецизиране от гледна точка на необходимостта от целево насочване на самостоятелната работа на обучаемите и възможност за контрол както на отделните елементи, така и на цялостния процес. Йерархичната организация за тези нива се основава на четирите принципа на конструктивизма (Fosnot 1989): ученето зависи от знанията до момента; нови идеи се раждат при адаптиране и промяна на старите; обучението включва генериране на идеи, а не механично натрупване на факти; смисленото учене става чрез преосмисляне на стари идеи и поява на нови, които често противоречат на старите. Така изграденият йерархичен модел от учебни единици има следния вид.

Ниво А

A1. Оперирание с обекти от обема на понятието.

A1.1. Визуално разглеждане на подходящи обекти.

A1.2. Насочване към общи и специфични за изучаваната структура от данни свойства на разглежданите обекти.

A1.3. Илюстриране на характеристични свойства на изучаваната структура от данни върху представителен пример.

A2. Дефиниране на изучаваната структура от данни.

A2.1. Задаване на термин.

A2.2. Даване на определение.

A3. Оперирание с дефиницията.

A3.1. Посочване на обекти от обема на понятието (различни от разгледаните).

A3.2. Логическа обосновка за непринадлежност на обект на обема на понятието.

Ниво В

В1. Оперирание с обема и съдържанието на изучаваното понятие по структури от данни.

В1.1. Извличане на следствия.

В1.2. Разпознаване на изучаваната структура от данни в реален процес.

В2. Организация на емпиричния материал за ново свойство.

В2.1. Наблюдение и опит.

В2.2. Индуктивно предположение.

В2.3. Аналогично прилагане към други обекти.

В2.4. Обобщение и абстрахиране с цел формулиране на свойството.

Ниво С

С1. Структурна формализация на изучаваната структура от данни.

С1.1. Управление на паметта. Схема за вътрешно представяне в паметта.

С1.2. Систематизиране относно изучените до момента структури от данни.

С2. Софтуерна формализация на понятието с реализация на конкретен език за програмиране.

С2.1. Софтуерен модел (обикновено клас).

С2.2. Софтуерна реализация.

Ниво D

D1. Синтактично интерпретиране на софтуерната дефиниция.

D1.1. Възможност за деклариране на обекти от новия клас по зададена спецификация.

D1.2. Възможност за коректно обръщение към методите на новия клас по зададени ограничения.

D2. Логическо интерпретиране на софтуерната дефиниция.

D2.1. Разчитане на програмен фрагмент с цел определяне на изходния резултат.

D2.2. Установяване на съответствие – по зададена цел и няколко програмни фрагмента обучаемият трябва да открие онези от тях, които са решение за изходната цел. При наличие на няколко възможности се определя коя от тях е оптимална и защо.

D2.3. Избор на подмножество от оператори – по зададен проблем и програмен фрагмент за неговото решаване, в който има пропуснати един или повече оператора, обучаемият трябва да избере коректните измежду множество предоставени възможности.

D2.4. Корекция на логическа грешка – по зададен проблем и програмен фрагмент за неговото решаване, в който има умишлено допусната логическа грешка, обучаемият трябва да открие и поправи грешката.

D2.5. Допълване на софтуерна реализация – по зададен проблем и програмен фрагмент, в който има пропуснати оператори, обучаемият трябва сам да направи необходимите допълнения, така че кодът да бъде синтактично и логично верен. Тук няма опции за избор от предварително зададени възможности.

Ниво Е

E1. Моделиране на реални практически проблеми.

E1.1. Софтуерна реализация на предварително зададен чрез текст алгоритъм.

E1.2. Самостоятелно моделиране на практически проблем (самостоятелно построяване на алгоритъм и програмна реализация).

E2. Оптимизиране на софтуерни реализации.

E2.1. Оптимизиране чрез структуриране – разглеждат се проблеми, които биха могли да бъдат решени чрез различни структури от данни, и се акцентира върху предимствата от избора на оптималната.

E2.2. Оптимизиране чрез алгоритмизиране.

E2.3. Разширяване функционалността на изградения софтуерен модел за изучаваната структура от данни – някои задачи могат да изискват добавяне на нови функционалности към така изградения клас.

Учебните единици E1.2., E2.1., E2.2. и E2.3. могат да бъдат организирани като смесено обучение на ниво дейност. В този случай една от възможностите за използване на онлайн ресурс е тренировъчният сайт „Арена олимпийски“ със състезателни задачи по програмиране, достъпна на адрес www.arena.olimpiici.com. От линка „Тагове“ в него могат да бъдат избрани задачи само върху изучаваната структура от данни.

4. Заключение

Критериите, по които се отчита ефективността на предложената организация на учебния процес по „Структури от данни“ с използване на смесено обучение, са следните.

K1 – опериране със свойствата на изучаваната структура от данни (без програмна реализация).

K2 – откриване на достатъчни условия за избор на подходяща структура от данни за моделиране на реален процес (без програмна реализация).

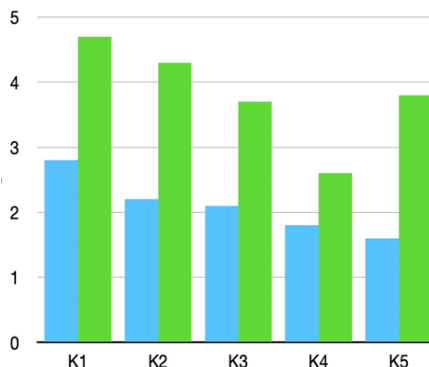
K3 – коректно използване на софтуерния модел на изучаваната структура от данни по предварително зададени инструкции (не се изисква самостоятелна алгоритмизация).

K4 – моделиране и софтуерна реализация на зададени казуси чрез изучаваната структура от данни.

K5 – желание за задълбочаване на знанията.

Оценката се прави по петстепенна скала на достигнатото от обучаемите ниво за съответния критерий: слабо (1), задоволително (2), добро (3), много добро (4), отлично (5). Сравнителните данни за постигнатите резултати при традиционно присъствено обучение и използване на смесено обучение са дадени на диаграмата от фигура 2.

Отчитайки разликите в оценките по критерии, могат да бъдат направени следните изводи за подобряване способностите на обучаемите за:



Фигура 2. Постигнати сравнителни резултати

K1 – натрупване на факти за обектите и техните свойства в причинно-следствени връзки; установяване на нови свойства при използване на експеримент, индукция, аналогия; организация на натрупания емпиричен материал за свойствата чрез абстрахиране и обобщаване;

K2 – откриване в различни реални ситуации на характеристичните свойства на конкретна структура от данни, но не изолирано, а в система; откриване в поведението на реален обект множество от достатъчни свойства, даващи възможност за моделиране чрез дадена структура от данни; генериране на идеи за структуриране на данни с цел моделиране на дадено отношение;

K3 – коректно използване на дефинирания клас;

K4 – прецизност при моделиране на процеси с изучаваната структура от данни чрез акцентиране върху типични грешки; оценка на оптималност на различни модели относно зададен параметър; отделяне на подзадачи и възстановяване на цялото по части; комбиниране на известни начини за моделиране на нов процес;

K5 – практическо приложение на изучавания материал. Това засилва мотивацията и е естествена основа за по-задълбочено изучаване на материята.

Отклонението в оценките е най-голямо при критерий K5, следван от критерий K2. Най-малко е отклонението по критерий K4. По-малката разлика в оценките може да се обясни с интегративния характер на знанията по този критерий. Някои от обучаемите имат затруднения с алгоритмизацията на реален проблем, както и с някои теми по програмиране. Анализът на постиженията по критерии показва, че използването на смесено обучение засилва практическата насоченост на курса „Структури от данни“, усвоените знания и умения са основа за

желанието на студентите за задълбочаване на знанията. Използването на онлайн компонента освобождава аудиторната заетост за решаване на по-специфични проблеми и акцентирание върху по-сложни алгоритмични практики. В този контекст цифровите технологии могат да подобрят учебно-преподавателските дейности чрез предоставяне на самообучаващи онлайн дейности.

Предложеният модел може да бъде използван и в обучението по други информатични дисциплини. Учебните единици имат вариативен характер и търпят както обединяване, така и детайлизиране в зависимост от спецификата на изучавания материал. Образованието е сложна система, която изисква множество гледни точки и нива на анализ, за да се разберат неговите контексти, динамика и взаимодействия на участниците, особено по отношение на технологичните иновации.

REFERENCES

- BERGIN, J., 2006. Active learning and feedback patterns: version 4. PLoP'06: Pattern Languages of Programs 2006, 1 – 6, Portland Oregon, USA.
- BONK, C.J., GRAHAM, C.R., 2005. The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs. San Francisco: John Wiley & Sons, Inc.
- DZIUBAN, C., GRAHAM, C.R., MOSKAL, P.D. et al., 2018. Blended learning: the new normal and emerging technologies. *Int J Educ Technol High Educ.* 15, 3.
- FOSNOT, C., 1989. Enquiring Teachers, Enquiring Learners: A Constructivist Approach to Teaching. Teachers College Press.
- GRAHAM, C.R., 2013. Emerging practice and research in blended learning. In M. G. Moore (Ed.), *Handbook of distance education*, (3rd ed., pp. 333 – 350). New York: Routledge.
- HRASTINSKI, S., 2019. What Do We Mean by Blended Learning? *TechTrends* 63, pp. 564 – 569.
- KOVALENKO, O., PALAMARCHUK, Y., 2018. Algorithms of Blended Learning in IT Education. *IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, pp. 382 – 386, Lviv, Ukraine.
- MARCA, D., MCGOWAN, C.L., 1978. *SADT: Structured Analysis and Design Techniques*. McGraw-Hill.
- RASHEED, R.A., KAMSIN, A., ABDULLAH, N.A., 2020. Challenges in the online component of blended learning: A systematic review. *Computers & Education* 144, Elsevier.

SINGH, H., 2021. Building effective blended learning programs. Challenges and opportunities for the global implementation of e-learning frameworks, pp. 15 – 23, IGI Global.

DATA STRUCTURE KNOWLEDGE MANAGEMENT THROUGH BLENDED LEARNING

Abstract. The authors focus on the implementation of blended learning for constructing knowledge of Data Structures. One of the challenges of blended learning is to provide a model for creating an integrated learning environment that ensures an effective learning process. The purpose is to identify key processes, learner's roles and learning situations, as well as to propose a decomposition of the learning process into manageable learning units using a blended learning approach. An example online data structure system – one developed by the authors that implements experiential learning – is proposed as an illustration of an online blended learning component.

Keywords: data structures; blended learning; e-learning; experiential learning

✉ **Dr. Valentina Dyankova, Assist. Prof.**

ORCID iD: 0009-0003-2256-0711

Konstantin Preslavsky University of Shumen

Shumen, Bulgaria

E-mail: v.dyankova@shu.bg

✉ **Dr. Milko Yankov**

ORCID iD: 0009-0001-8740-9452

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: milkoyankov@gmail.com