

ORGANIZING THE COGNITIVE ENVIROMENT FOR SOLVING PROBLEMS IN TECHNOLOGY AND ENTREPRENEURSHIP

Kalina Georgieva

Sofia University – St. Kliment Ohridski, Sofia, Bulgaria, km0040@abv.bg

Abstract: The article outlines the main difficulties in creating a learning environment through problem solving. The effectiveness of evaluating well and ill- structured problems with quantitative methods and the need for qualitative evaluation criteria are examined. Two leading aspects of Jonassen's concept of design of a constructivist environment through problem solving with a practical and pragmatic role in creating problem situations are presented - organizing the cognitive environment and regulating its difficulty. The components of the problem as a construct and the specificity of the well- and poorly structured environment are described. Emphasis is placed on the content of the main dimensions - structure and complexity, as well as on the characteristic stages in the process of designing the problem situation, shaping the problem space and regulating the objective difficulty of the problem. A model for problem-solving support is also considered as part of the design of the learning environment and a way to model its functional difficulty. Examples are proposed, illustrating well- and poorly structured problems, the possibilities of the structural auxiliary model to be combined with conceptually different procedural models. The role and importance of the cognitive environment for problem-solving in engineering as a field of the Technology and Entrepreneurship and STEM discipline are considered.

Keywords: problem-solving environment design, STEM, engineering

ОРГАНИЗИРАНЕ НА ПОЗНАВАТЕЛНАТА СРЕДА ЗА РЕШАВАНЕ НА ПРОБЛЕМИ ПО ТЕХНОЛОГИИ И ПРЕДПРИЕМАЧЕСТВО

Калина Емилова Георгиева

СУ „Св. Климент Охридски“, София, България, km0040@abv.bg

Резюме: Статията очертава основните трудности при създаване на среда на обучение чрез решаване на проблеми. Разгледана е ефективността на оценяване на добре и слабо структурирани проблеми с количествени методи и необходимостта от качествени критерии за оценка. Представена са два водещи аспекта от концепцията на Йонасен за дизайн на конструктивистка среда чрез решаване на проблеми с практическа и прагматична роля при създаването на проблемни ситуации - организирането познавателната среда и регулирането на трудността и. Описани са компонентите на проблема като конструктор и спецификата на добре и слабо структурирана среда. Поставен е акцент върху съдържанието на основните измерения - структурираност и сложност, както и на характерните етапи в процеса на проектиране на проблемната ситуация, оформяне на проблемното пространство и регулиране на обективната трудност на проблема. Разгледан е и модел за подкрепа на при решаване на проблеми, като част от проектирането на учебната среда и начин за моделиране на функционалната му трудност. Предложени са примери, илюстриращи добре и слабо структурирани проблеми, възможностите на структурния спомагателен модел да се съчетава с концептуално различни процедурни модели. Разгледани са ролята и значението на познавателната среда за решаване на проблеми в инженерството като област от учебната дисциплина Технологии и предприемачество и STEM.

Ключови думи: дизайн на среда за решаване на проблеми, STEM, инженерство

1. УВОД

„Решаването на проблеми е когнитивен процес, при който учениците усещат разликата между текущата ситуация и желаната цел, след което променят дадената ситуация в цел. За справяне с трудностите, уменията за решаване на проблеми на учениците се отнасят до способността им да се ангажират с когнитивна обработка, за да разберат и да се адаптират към проблемни ситуации, където решението не е видимо веднага (ОИСП, 2010). Решаването на проблеми позволява на учениците да учат, като работят по проблеми чрез процеси като наблюдение, обработка на информация, интерпретация, планиране, формулиране на заключения и размисъл (ОИСП, 2017). В научното образование, когато учениците си сътрудничат с други, за да се разбират взаимно, като споделят идеи и разсъждават с другите, за да разберат процеса, който използват за решаване на научни въпроси и приложни проблеми (Хоган, 1999)“ (Susilawati, 2024). „Многобройни изследвания показват ползите от конструктивистките подходи и тяхното въздействие върху мотивацията и

академичните резултати на учениците. Според Йонасен (1991), конструктивистката теория се фокусира върху опита на учащия в реалния свят, пред-варителните знания, менталните структури и вярванията, като набляга на изграждането на знания и смисления контекст“ (Çibukçiu, 2025). „Въпреки педагогическите предимства на конструктивистките подходи, тяхното прилагане остава непоследователно и често е трудно. Няколко проучвания подчертават бариери, като например неадекватна подготовка на учителите, твърди учебни програми, стандартизиран натиск от тестове и големи класни стаи, които възпрепятстват конструктивистките практики. Учителите често се затрудняват да преминат от авторитетни преподавателски роли към фасилитативни, особено в образователни контексти, където механичното обучение и обучението, ориентирано към изпити, са дълбоко вкоренени“(Yadav, 2025).

При организиране на обучението чрез решаване на проблеми, освен административни и субективни бариери, затруднения оказва и **създаването** на проблемноорганизирана среда, поради сложността и вариативността на компонентите на самия конструкт, така и на придържането на процеса на обучение и оценяване на резултатите съобразно конструктивистката теоретична база. Често обучението в решаване на проблеми се оценява с традиционни форми. Типовете проблеми имат различна ефективност в обучението при различна специфика на дидактическата среда, затова контролът на дизайна на средата е ключов за ефективността на педагогическите въздействия в обучението чрез решаване на проблеми.

2. МОДЕЛ ЗА ДИЗАЙН НА КОНСТРУКТИВИСТКА СРЕДА НА Д. ЙОНАСЕН

Йонасен и Хунг (Jonassen, Hung 2015) създават спомагателен модел за анализиране на сложността и характеристиките на учения проблем. За разлика от моделите за структуриране и организиране на педагогическата дейност на различните нива (теоретично, структурно, дейностно и функционално, той го изследва и характеризира като основен и структуроопределящ елемент на учебната среда. По същество той не изменя педагогическата рамка, а я оптимизира, като предлага и систематизира варианти за организирането на обучението. Авторите обясняват необходимостта от създаването на модела с факта, че „повечето проучвания на проблемното обучение са фокусирани към ученето на ученика, ролята на учителя, определянето на проблема и технологията за решаването му, а по –малко към неговата същност“ (Jonassen, Hung, 2015). Те преразглеждат ефективността на формалните (математически) модели за оценяване разработени върху добре структурирани проблеми по отношение и на слабо структурираните. При формализираното оценяване, сложността при добре структурираните проблеми може да се измери количествено чрез броя на стъпките, променливите и операциите необходими за решаването им. Но посочват, че за разлика от добре структурираните, фактори като обхват на проблемното пространство, брой решения, алгоритми, интерпретации и когнитивно натоварване (породено от неопределеността), трудно могат да се измерят количествено (Jonassen, Hung 2015). Формалното оценяване не може да създаде представа за реалната трудност на проблема, защото сложността му се редуцира до измерими показатели, не се отразяват качеството на субективните интерпретации, както и когнитивното натоварване. Моделът на Йонасен задава критериите за качествено оценяване на проблемите, чрез структурирано описание на техните характеристики.

Таблица 1. Структурираност на проблема.

Добре структуриран проблем	Слабо структуриран проблем
- ясно дефинирано начално състояние; - ясно формулирана цел; - известни правила и процедури за решаване; - ограничен брой решения (често едно);	- неясно или променливо проблемно пространство; - множество възможни решения; - липса на алгоритъм за решаване; - необходимост от интерпретации, аргументиране и вземане на решения;

Източник: изследвано от автора

Той включва две измерения – структурираност и сложност. Структурираността е нивото на **яснота и определеност** на параметрите (описание на проблема, цел, процедури, брой решения), а сложността – количеството и взаимносвързаност на информацията. Сложността (за разлика от структурираността) има

динамичен характер, който функционира в два аспекта – обективна (познавателно съдържание включено в проблема) и субективна (моделирана от уменията на решаващия проблема). Моделът обхваща външни за процеса на обучение характеристики, които могат да бъдат изменяни, за разлика от вътрешните, и които се отнасят до ученика (ниво на знанията в учебните области, опит при решаването на проблеми, умения за разсъждение (особено за причинно – следствени и по аналогия), епистемологично развитие (особено за комплексни и лошо структурирани проблеми) и трудно се контролират. „Външните фактори – са външни за обучаемия и свойствени за природата на проблема, като абстракция и непрекъснатост, последователност, динамичност, сложност, структурираност. Освен организиращи компоненти на проблемната среда, моделът на Йонасен включва и подкрепящи фактори, предназначени да контролират процеса на решаване и когнитивно натоварване. Те служат за регулиране на трудността по отношение на проблемното предизвикателство и възможностите на решаващия. „Първо, скелето помага за опростяване на процеса, поради сложността на задачата. Второ, се използва временно и контекстуално за решаване на проблема, но общите помощни средства могат да се използват непрекъснато и универсално във всяка ситуация. В зависимост от целта на скелето, то може да бъде разделено на концептуални, стратегически, метакогнитивни и процедурни видове” (Cho & Kim, 2020).

Структурираността е измерението, което се отнася до неизвестната част на проблема. Структурираността описва проблемите по отношение на параметрите откритост, стабилност, предвидимост. Wood (1983) дефинира структурираността като степен на познатост или познаваемост за решаващия проблеми. „Факторите, които характеризират структурираността на проблема включват известни срещу неясно дефинирани или неизвестни състояния: първоначално и целево състояние, обичайно срещу неконвенционално, използване на правила и принципи срещу скрити ограничения, предвидими действия (operators) срещу непредвидими и непредписани, предпочитани и предписани решения срещу изпълними, определени срещу неясни критерии за оценяване на решенията (Jonassen, 1997). Тези характеристики могат да се категоризират в 5 параметъра за структурираност на проблемите: непрозрачност (скритост), разнородност на интерпретациите, динамичност, легитимност на конкурентни алтернативи (Hung, Jonassen, 2015:22).

Сложността е измерение, което се отнася до известната част на проблема (Bassok (2003). Тя е субективната страна на процеса за решаване на проблеми, чиито характеристики са от познавателния опит на решаващия. Kotovsky, Hays and Simon (1985, 248) твърдят, че степента на сложност на проблема се определя от размера на проблемното пространство, който се състои от „брой разклонения във всяка възлова точка и дълбочина на търсене до възлова точка на решение“. Колкото повече разклонения и възлови точки има, проблемът е по – труден за решаване (Jonassen, Hung 2015:19). Според Jonassen и Hung при определяне на степента на сложност на проблема трябва да се изследват 4 параметъра - необходима широта на знанието, нивото на трудност на разбиране и прилагане на включените концепции, необходими знания и умения за решаване на проблема, степента на нелинейност на връзките между променливите в проблемното пространство.

Необходима широта на знанието (проблемно пространство)

Този параметър описва мащаба на проблема – количеството знания и учебни области, необходими за решаването му. Kotovsky (1985) твърди, че колкото е по – голямо проблемното пространство, толкова е по – голяма и вероятността проблемът да е по – сложен. Предметните знания обхващат принципи, факти, концепции, процедури. (Halford, Wilson, Phillips, 1998) посочват 3 фактора, които определят познавателната трудност на проблема 1) брой отделни части от информация, които трябва да бъдат обработени; 2) количество взаимовръзки необходими за разбиране и обработката и; 3) когнитивно и обработващо натоварване.

Степента на абстрактност на концепциите определя степента на възприятието им.

абстрактността се отнася се до представянето на съдържанието и контекста на проблема, което улеснява или възпрепятства аналогичния трансфер от един проблем към друг. Повечето учебни проблеми са по – абстрактни, отколкото в реалния живот, които са вградени в реален контекст (Bassok (2003). „Абстрактните концепции обикновено имат по – ниско ниво на възприятие, което до голяма степен обяснява трудностите на учениците при усвояване на концепции. Следователно, колкото по - абстрактни концепции се изискват за разбиране на проблема и представяне на процеса за решаване на проблема, толкова по – комплексен и сложен е той. Когато концепциите са трудни за разбиране от учениците, естествено следствие е, те по – трудно да ги прилагат при решаването на проблеми. Учениците могат да изпитват затруднения, дори когато демонстрират основни познания за нея,, (Hung, Jonassen, 2006; Hung, Jonassen, 2015, 21).

Сложност на процедурата за решение на проблема

Обхваща броя на стъпките и сложността на задачите и процедурите в тях. Quesada, Kintch and Gomes (2005) наричат това изчислителна сложност, която се измерва с времето необходимо за решаване на проблема. По – сложните отношения между факторите в проблема създават по – голямо когнитивно натоварване и го определят като комплексен.

Динамичност

Динамичността – е степента в която атрибутите на проблема остават същите или се променят във времето поради действията на решаващия или вътрешната логика на ситуацията, които водят до изменение на проблемното пространство (Bassok (2003). Динамичността (источникът на несигурност) може да се проявява в две посоки - субективно влияние на действията на решаващия върху съдържанието доколко контролирано я изменяме) и и обективно на средата (как се изменя, без външна намеса).

Динамичността влияе върху трудността на проблема, но сама по себе си не го определя. Проявява се във взаимодействието със структурираността и другите параметри на сложността – брой елементи, взаимовръзки, абстрактност, предсказуемост на измененията.

3. ПРОЕКТИРАНЕ НА ПРОБЛЕМНИ СИТУАЦИИ

Структурираността оформя дизайна на проблема и предопределя потенциала на сложността му (като обща посока, а не като познавателно съдържание). Тя направлява целия процес - от създаването на средата (проблемната ситуация) до търсенето на решение. Структурираността оформя рамката по която се регулира функционирането на параметрите от измерението сложност. Така осигурява основата върху която проблемните ситуации се проектират, а не се създават случайно. От гледна точка на дизайна (не на дейността по решаването), тя задава обективните характеристики на проблемната ситуация – степен на яснота на цели, данни, връзки, динамика, процедури, брой решения и др.

Сложността е функционалната страна в дизайна на проблемната ситуация, която създава конструктивното съдържание при проектирането на проблема, независимо от познавателно – дисциплинарен област и стимулира избора на процедури за решението. Параметрите на сложността придобиват конкретни измерения в контекста на структурираността, но от своя страна те са независими променливи, при които интензивността на единия не определя тази на другия. Така в рамките на двата типа проблеми (добре и слабо структурирани) могат да се създават специфични комбинации. Например, характерът на проблема по оста статичност – динамичност в контекста на степените на структурираност, може да се типизира по следния начин: добре структуриран статичен или динамичен и слабо структуриран статичен или динамичен.

Моделът за проектиране на учебна среда (Jonassen, 1997) представя континуума (плавен преход), в който варира измерението сложност (в частност динамичността) в структурата на проблема. Добре структурираните проблеми са слабо или умерено сложни, поради по – ясната дефинираност на параметрите и алгоритмизиране на пътищата за решение, за разлика от слабо структурираните, при които структурната и процедурна неопределеност създава висока сложност. Той предлага концепция за разработване, изпробване, оценяване и регулиране на трудността на учебния проблем и когнитивното натоварване. Заедно с това според типа на проблема включва поддържаща среда. Учениците „не могат да научат как да решават проблеми, като учат за решаването на проблеми. Те трябва да се ангажират с проблемите, да допускат грешки, да правят предположения за решения и да аргументират за най-доброто решение“ (Jonassen,2011). „За да се насочи мисленето на студентите върху проблема, който трябва да се реши, и върху това как другите компоненти на PBLEs се отнасят към проблема, може да се наложат когнитивни опори върху проблема. Те включват стратегии за изграждане на силни проблемни схеми чрез аналогично кодиране, изясняване или картографиране на причинно-следствени връзки, аргументация, въпросни подсказки, дейности по моделиране на проблеми и метакогнитивна саморегулация“ (Jonassen,2011).

Добре структурирани проблеми

1. Преглед на предварителните концепции, правила и принципи

Тъй като при тези проблеми трябва да се разпознава, селектира и прилага информация от определена учебна област, тя трябва да се представи или припомни преди решаването на проблема. Разбирането на тази информация може да се тества предварително или да се включи в урока преди решаването на проблема.

2. Представяне на концептуален модел на проблема

Той представя елементите, връзките, състояния на проблемното пространство и част от познавателната област, която има отношение към него. Те отразяват принципи положения, а не конкретно - ситуативни. „Тези концептуални карти предават важни структурни знания, които помагат на учащите се да изградят подходящи представяния на проблеми, специфични за дадена област. Визуализирането подпомага

разбирането и ограничава дословното му запомняне и подпомага трансфера на информация от други подобни проблеми.

3. Помощни разработени примери

Примерите отразяват в различна степен концептуалната схема на основната проблемна ситуация. Целта е чрез подобни решени примери, ученикът да разбере нейната логическа схема. “Разработените примери помагат на учащите да изградят полезни схеми на задачи. Те могат да помогнат на учащите се да категоризират проблеми с подобни решения и да изградят решения на нови проблеми по аналогия с примера.

(Anderson, Farrell, & Sauers, 1984; Sweller & Cooper, 1985, цитирани по Jonassen, 1997). „Тъй като решаващите проблеми трябва да разпознават началните условия на проблема, вниманието в работещите примери трябва да бъде насочено към разликите в състоянията на проблема,. Трудността, обаче според авторите, произтича от факта, че необходимостта от разделяне на вниманието между различни източници на информация, намалява възможността за интегрирането, повишава когнитивното натоварване и може да намали ефективността на проблема.

4. Представяне на практическия проблем

Създаването и използването на реалистични проблеми в учебната практика повишава обучителната им стойност, тъй като развива умения за действие в автентични, а не изолирани от реалността ситуации. Реалистичността се моделира като отношение между два динамично съчетаеми фактора в обучението - наличие на обективни възможности за решение и адаптираност спрямо познавателно ниво на решаващия. Реалистичността на проблема е проектирано и контролирано за целите на обучението ниво на трудност, която може да се обобщи в две категории: информационна автентичност - дефицит или излишък на информация, но контекстуално налична и когнитивна подготовка – автоматизиране на практически умения и контекстуална познатост. Тя се проявява в следните аспекти:

- Автоматизиране на правила за решаване, базирани на схемите за решаване в разработените помощни примери, но съчетани с продължителна практика. “Разработените примери сами по себе си не осигуряват достатъчно интеграция на разработването и тестването на решения, каквато учащите биха постигнали чрез смислена практика“. „Комбинацията от разработени примери плюс разширена практика най-вероятно ще улесни усвояването на схемите за решаване на проблеми и пренасянето им към нови проблеми (Jonassen, 1997).
- представяне на учебните задачи във *формата*, в която са усвоявани. Така се осигурява разпознаваема учебна среда.
- *осигуряване на всички данни за извеждане на решението*. По този начин се валидира възможността за обективно решаване на проблема, на ученика се демонстрира, основна негова характеристика - наличието на решение и проверява реалните възможности на ученика за извеждане на решение.
- проектиране на проблемни задачи с *липсващи данни* „изисквайки от учащите да идентифицират липсващата информация, която е необходима“. Този подход, според автора, е ефективен, когато решаващият знае за тях, което позволява да се насочи към правилните схеми за решаване.
- системно включване на *несвързана информация* в решението на проблема, при разработването на трите етапа на дейността – проучване на решени примери, практическата задача и задачите за оценяване с решението на проблема информация.

5. Подкрепа при търсенето и изпробването на решения

- Предоставяне на аналогични решавани проблеми – те могат да са пълно, частични или несвързани с проблема. Това е основата за сравняване, необходима за подкрепа на недостатъчния опит на учениците да разпознава особеностите на проблемите (индексни връзки). Те отразяват в различна степен логиката на връзките с дадения проблем - структурни (цели, контекст), функционални (подобие на стратегиите) или семантични (обща понятия и принципи). Така осигуряват различно ниво на подкрепа чрез работа по шаблон, гъвкавост на процедурите или предпазване от грешки.
- предоставяне на съвети или насоки за разделяне на проблема на подпроблеми (цели или средства;
- обратна връзка. Трябва да проследява не само фактологичните), но и концептуални дефицити (данни, начин на работа и разбирането на модели). Така се формират цялостно умения за решаване на подобни проблеми, а не само на конкретната задача.

6. Размисъл върху състоянието на проблема и решението

Систематизирането на характеристиките на проблемните пространства, както и силните и слаби страни на решенията е начин за създаване на обобщени модели за групиране и разпознаване на проблемите. „Това е много вероятно да помогне на учащите да развият по-силни схеми на проблеми, което ще им помогне да станат по-добри в решаването на проблеми в бъдеще“.

Слабо структурирани проблеми

Изясняване на контекста на проблема

За разлика от добре структурираните проблеми, които са зависими от процедурата за решаване, слабо структурираните са зависими от контекста. Затова „без адекватни познания в областта, дори предишни умения за решаване на проблеми не могат да бъдат прехвърлени в дадена област, защото учащите не пренасят конструкции от други области в тази“. Според автора липсата на познания в дадена област прави неефективно пренасянето на абстрактни стратегии от минал опит, защото липсва логиката на предметното съдържание, което конкретизира процеса (ученикът може да познава общата процедура, но не може да анализира и да я приложи към предметното съдържание). Освен това, разпознаването и индексирването (категоризирането) на проблема е зависимо от съдържанието на познавателната област, а схемите за решение (логически връзки между конкретните понятия), които са валидни за нея, може да не са използвани в друга.

1. Определяне на ограниченията

За разлика от добре структурираните проблеми, ограниченията са имплицитни. Те възниква в процеса на анализ и определянето на проблемното пространство, имат динамичен характер и съдържание, произтичащо от създадените алтернативни представи и са субективни.

2. Намиране, избор и разработване на казуси

Мисленето се провокира от комплексно и контекстно богата среда, която съдържа излишна информация, множество гледни точки и неуточнени връзки и дава възможност за проследяване на връзки. Причинно – следственият анализ е основният метод за реконструиране на множество модели на проблема. Той изпълнява няколко роли в процеса на решаване на проблема - ситуативно – съдържателна, процедурна и насочваща. „Причинно-следственият анализ използва теорията на причинно-следственото моделиране, за да представи изискванията за обработка на информация за свързване на всички предшестващи и последващи действия при решаването на даден казус. “Причинно-следственото моделиране предоставя и модел за когнитивна подкрепа на мисленето, необходимо на учащите се, за да диагностицират и решат проблема“. „Решаването на лошо структурираните проблеми се валидира от критерии“. В условията на неопределеност както при решаване, така и при проектирането на този тип проблеми функционалността се валидира от критерии, които рамкират типологичната му принадлежност. „Оценката на потенциалните проблеми за употреба трябва да включва критерии като реализъм (вероятно ли е проблемът да се срещне в реалния свят?), вероятността от различни решения и различни мнения за решението, както и реални критерии за оценка на потенциалната ефективност на различните решения. Избягвайте изкушението на експертите по темата да включат всеки аспект на проблема в един единствен мега-казус. Повече, по-малки случаи насърчават прехвърлянето по-добре от по-малко, по-големи случаи“.

3. Подкрепа при изграждането на базата знания

„Друг процес на анализ на задачи, приложен към обучението, базирано на казуси, включва идентифициране на алтернативни мнения и перспективи по проблема и илюстриране на тези перспективи с база знания от истории, разкази, доклади, доказателства и информация, отнасящи се до този проблем“. Тази база, от съотносими с казуса перспективи, има интерактивна роля и осигурява диалогично учене (изграждане на собствена концепция чрез сравняване и аргументиране с други). От една страна служи за преосмисляне и преформулиране на идеи, а от друга – за валидиране на проблема като лошо структуриран, чрез осигуряване на проти-воречивост на данните и условия за идентифициране, сравняване, изменение, обединяване на алтернативи и оформяне на причинно – следствен модел спрямо опита на другите. „За да изградят полезни структури на знания, учащите трябва да сравняват и противопоставят приликите и разликите между случаите. Теорията за когнитивната гъвкавост определя важна характеристика на обучението за лошо структурирани проблеми – предоставянето на множество перспективи и мнения“ (Jonassen, 1997).

4. Конструкция от поддържащи аргументи

Лошо структурираните проблеми могат да бъдат концептуализирани чрез противоположни идеи, които принадлежат към различни проблемни пространства. Диалектически характер (допускането множество противоположни версии) изисква обосноваване на различни нива. Допусканията за информацията в проблемното пространство (наличност, адекватност и др.) изгражда основата за стабилност на аргументите подкрепящи избора на решение. Поддържането на процеса на аргументиране може да се осъществи по няколко начина: чрез осигуряване на среда – проблем, където да се упражняват аргументирането (дизайнерско решение), шаблони за аргументация или контролен списък за саморегулиране или за рефлексивна преценка, менторска подкрепа. То осигурява рамката, в която се създават аргументирана стратегия за решаване на проблема.

5. Оценка на решенията на проблемите

Оценяването на слабо структурираните проблеми е по – трудно за разлика от добре структурираните, защото са дивергентни и вероятностни и не могат да се категоризират като верни или грешни. Затова се оценява „жизнеспособността“ на решението, като се имат предвид критерии както за процеса, така и за продукта. Те се организират около две категории: вътрешни логически – доколко са разбрани връзките, ефективно ли е решението, как е решен проблема, съобразен ли е с ограниченията и прагматични – засягащи не съдържанието на проблема, а външната среда (практически ползи от решението)

Дидактически варианти на проблемни ситуации за измеренията структурираност и динамичност:

- **Добре структуриран статичен** – ясно дефинирано проблемно пространство критерии и правила за решение

Пример: „ Животните (кокошка, прасе и овца) са се скрили под навес от дъжда. Той е открит, , а за овцата е нисък и тесен, затова всички са мокри. Наоколо има струпани материали: клони, тухли, водоизолиращ плат, дърва, метални тръби. Задача: Направете конструкция с посочените материали, която да се разтяга на ширина и дължина и лесно да се отваря и затваря.

- **Добре структуриран динамичен** – частично определено проблемно пространство и ясни критерии за решение

Пример: Вали дъжд. Кокошката, прасето и овцата са се скрили под открит навес. Той е нисък и тесен за овцата и всички животни са мокри. Наоколо има струпани материали: клони, тухли, водоизолиращ плат, дърва, метални тръби. Задача: Дай идеи как с помощта на тези материали, навесът да стане закрит и голям, за да предпази животните от дъжда.

- **Лошо структуриран статичен** – неопределено проблемно пространство с ограничения при избора на решение

Пример: Вали дъжд. Кокошката и прасето са се скрили по навеса, но овцата не може да влезе там. Всички животни са мокри. На двора има струпани материали - клони, тухли, водоизолиращ плат, дърва, метални тръби. Задача: променете конструкцията на навеса, така, че и овцата да се скрие там и навесът да ги изолира от дъжда.

- **Лошо структуриран динамичен** - неопределено проблемно пространство без ограничения при избора на решение

Пример: Вали дъжд и нивото на водата се покачва. Кокошката и прасето са се скрили под навеса, но овцата не може да влезе там. Всички животни са мокри. На двора има струпани материали. Задача: предложете идея за удобен подслон за животните.

4. РЕШАВАНЕТО НА ПРОБЛЕМИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ТЕХНОЛОГИИ И ПРЕДПРИЕМАЧЕСТВО И STEM

Моделът за оценяване на трудността на проблема проектира дизайна на познавателната среда, а не на процеса на обучение. Тя структурира компонентите на проблемната ситуация – елементи, връзки, цели, проблемно пространство, правила и процедури за решаване. Това осигурява нейната независимост по отношение на използваните процедури в учебния процес и възможност да се разработва чрез активното или традиционното учене. Самите типове проблеми се конструират в рамките на конструктивисткия подход, тъй като са основани на противоречие, недостиг, неопределеност на информацията и са свързани с необходимостта от активно преобразуване на данни и генериране на идеи за решение. Въпреки, че те могат да се решават и при водеща роля на учителя, съчетаването на конструктивистка среда и традиционен подход за организиране на учебната дейност е възможно поради различната роля на тези конструкти в процеса на обучение – проблемът е стимул за учебната дейност, а технологията на учене (активна или традиционна) – стратегия за регулиране на трудността чрез акцент върху типа учене (илюстриране или изследване).

Решаването на проблеми има основна роля в обучението по инженерство и при организиране на STEM инженерни или научни проекти. В инженерството като интегрална познавателна област с приложен характер, решаването на проблеми е едновременно съдържание и метод. То обхваща знания за процеса, понятие за ограничения, система на мислене и процедури за организиране на активността. Определя се като „дейност за проектиране и изграждане на машини, конструкции, съоръжения“, „процес на прилагане на редица научни и технологични знания и умения за решаване на проблеми, „анализ и разработване на нови машини и устройства, процеси и инфраструктура“, „прогнозиране на поведението им“. „Много важни за инженерството са анализът и разбирането на различни системи – изкуствена, естествена, социална, нейните компоненти и функции и как системите работят, за да осъществяват различни функции. Решаването на проблеми в инженерството е свързано с прилагането на редица научни и технологични знания, умения, принципи и концепции в практически дейности“ (Витанов, 2022: 121). „STEM не е толкова интегрирано

учебно съдържание, колкото подход за преподаване и учене на основните СТЕМ дисциплини“. „Той включва учениците в разнообразни творчески дейности по практическа работа, решаване на реални проблеми и автентични задачи по иновативен и интегриран методически подход“ (Витанов, 2022:6). Предлага спектър от подходи, при които водеща е крайната цел – когнитивна (знание) или прагматична (решение). Като интердисциплинарен и интегративен подход СТЕМ организира ученето с различен акцент на водеща дисциплина и цел - изследване или решаване на проблем. Така, решаването на проблеми в СТЕМ пространството придобива роля на избирателен и вариращ метод, определен от избраната образователна област. Той може да се прояви като специфициран инженерен вариант за решаване на инженерен проблем или като общ метод на активното учене, при решаване на проблеми от математиката или природните науки. Независимо от образователната цел (формиране на общоприложимо умение или развиване на инженерни умения, изборът на проблемността като обучително пространство изисква създаване на подходяща и регулирана среда, съобразена с дидактическите условия. Спомагателният структурен модел за оценяване на трудността на проблема играе роля не само на модел, описващ същността и разновидностите на проблемите, но и на методология за проектиране на познавателни среди чрез решаване на проблеми. Той се опира на теориите на конструктивизма, когнитивизма и социалния конструктивизъм и в тези рамки предлага теоретично обосновани правила и принципи за проектиране, критерии за валидиране на конкретния ситуативен вариант, както и неговия обхват на приложение. Основните конструктивистки принципи разработени като приложен дизайн за структуриране на проблема – „отвореност, слаба до умерена структурираност, предизвикателна и мотивираща сложност, предоставяща възможност за разглеждане на проблема от различни перспективи и дисциплини; адаптираност към предишните знания и когнитивното развитие, контекстуализирани спрямо бъдещата или потенциална работна среда“ (Jonassen & Hung, 2015), използвани за структуриране на подкрепяща среда, намалява неопределеността на процедурния модел за решаване на проблеми и позволява да се използва по - ефективно за различни познавателни нива.

ЛИТЕРАТУРА

- Витанов, Л. (2022). СТЕМ обучение по технологии и предприемачество. София: Просвета – София, 138 с. ISBN 978 – 954 – 01 – 4229 – 6
- Витанов, Л. (2022). Обучението по технологии и предприемачество. София: УИ „Св. Климент Охридски“.
- Cho, M. K., & Kim, M. K. (2020). Investigating Elementary Students' Problem Solving and Teacher Scaffolding in Solving an Ill-Structured Problem. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(4), 274-289.
- Çibukçiu, B. (2025). The Impact of Constructivist Learning Environment on Students' Motivation in Primary School. *Bulgarian Comparative Education Society*.
- Hung, W. (2015). Problem-based learning: Conception, practice, and future. In *Authentic problem solving and learning in the 21st century: Perspectives from Singapore and beyond* (pp. 75-92). Singapore: Springer Singapore
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and Ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational technology research and development*, 45(1), 65-94.
- Jonassen, D. (2011). Supporting problem solving in PBL. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(2), 95-119.
- Jonassen, D. H., & Hung, W. (2015). All problems are not equal: Implications for problem-based learning. *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows, 1741*.
- Susilawati, E., Hamidah, I., Rustaman, N., & Liliawati, W. (2024). Problem solving learning in science education: A systematic literature review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(8), 548-558.
- Yadav, B. (2025). Reimagining Classrooms: Constructivist Approaches as Catalysts for Deeper Learning. *International Journal of Advanced Research and Multidisciplinary Trends (IJARMT)*, 2(4), 56-68.