



СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА МЕТОДИКА НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА

Дисертационен труд

на тема

Създаване и използване на
информационни системи за екипно
решаване на проблеми в обучението по
физика

Фабиен Теофанис Кунис

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“
област на висше образование: Педагогически науки
професионално направление: Педагогика на обучението по...
докторска програма: Методика на обучението по физика

Научен ръководител: доц.д-р Мая Гайдарова

Научен консултант: гл. ас. Ивелина Коцева

СОФИЯ 2023

Съдържание

Увод: Въведение и актуалност на проблема.....	4
1. Въведение.....	4
2. Изследователски цели и задачи.....	7
3. Обект, предмет и обхват на изследването.....	9
4. Хипотеза и метод на изследването.....	10
Първа глава: Екипно решаване на проблеми.....	13
1.1 Развитие на идеята за екипна дейност.....	13
1.2 Уменията на 21-ви век.....	14
1.3 Дефиниране на уменията за екипна работа.....	29
1.4 Дефиниране на уменията за решаване на проблеми.....	35
1.5 Дефиниране на компетентността за екипно решаване на проблеми и сравнение между съществуващите основни рамки.....	50
1.6 Решаването на проблеми в PISA 2012 и българското участие.....	58
1.7 Съвместното решаване на проблеми в PISA 2015 и българското участие.....	63
1.8 Заключение.....	70
Втора глава: Информационната система за екипно решаване на проблеми.....	71
2.1 Ролята на информационните и комуникационните технологии в образованието.....	71
2.2 Компютърните симулации в обучението.....	78
2.3 Симулиране на природни процеси и явления чрез числени методи.....	84
2.4 Симулиране на природни процеси и явления чрез клетъчни автомати.....	93
2.5 Дизайн на информационната система.....	98
2.6 Кодирани умения за решаване на проблеми.....	102
2.7 Кодирани умения за решаване на проблеми в екип.....	107

Трета глава: Изследователска част, анализ на данните от изследването и резултати.....	117
3.1 Изследователски въпроси, задачи и цели на изследването.....	117
3.2 Методология на изследването – дидактически експеримент, тестове, анкети, сравнителен анализ.....	120
3.3 Описание на условията на изследването – участници, място, време, период, подход при разделянето на групите, валидност.....	126
3.4 Анализ на данните от изследването и резултати.....	132
Изводи.....	151
Заклучение.....	152
Приноси.....	159
Публикации във връзка с дисертацията.....	160
Библиография.....	163
Приложение 1 Списък на фигурите и таблиците.....	174
Приложение 2 Данни от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група.....	177
Приложение 3 Данни от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група.....	181
Приложение 4 Данни от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група.....	185
Приложение 5 Данни от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група.....	189

Въведение и актуалност на проблема

Въведение

Образованието е един от ключовите стълбове на всяко съвременно и проспериращо общество. То има отговорната задача да подготви учениците за тяхната реализация в обществения и стопанския живот на дадената страна и в света като цяло. Поради своята консервативност образователните системи се придържат към традициите, които имат в обучението. Ние живеем в бързо променящ се свят. Технологичният прогрес води до нови проблеми, които променят драстично обществения и стопанския живот. Кризата с коронавируса показва, че все още човешката цивилизация е много крехка и са възможни драматични промени, които да предизвикат немислими до този момент последствия. Хората се сблъскват с нови, нерешавани досега проблеми, за които училищната система трябва адекватно да ги подготвя. Това налага гъвкаво съчетаване на консервативните методи на обучение с нови такива, които да отговарят на съвременните изисквания и потребности на обществото ни.

Още от началото на 21-ви век има силни аргументи за необходимостта от промяна на образователните системи. Образователните системи трябва да бъдат по-модерни и по-гъвкави, за да могат да подготвят успешно учениците за изискванията на 21-ви век (Kozma, 2009). Поради нарастващата необходимост от промяна в образователните системи ключови световни организации като ЮНЕСКО към ООН, Европейският съюз, програмата PISA към ОИСР и др. препоръчват в много по-голяма степен да бъдат отразени новите умения и компетентности, които са необходими на днешните ученици, в съответните национални образователни програми. Основните компетентности, които са необходими на учениците за тяхното успешно интегриране в обществото и за тяхната успешна професионална реализация, са критично мислене, творчество, умения за сътрудничество и комуникация. В англоезичната литература са известни като “4C – critical thinking, creativity, collaboration and communication” (Trilling, Fadel, 2009). Уменията на 21-ви век са критично мислене, комуникационни умения,

творчество, решаване на проблеми, сътрудничество, информационна грамотност, технологични умения и дигитална грамотност, медийна грамотност, глобална осведоменост, социални умения, научна грамотност, гражданска грамотност, социална отговорност, иновационни умения (Ananiadou, Claro, 2009; Larson, Miller, 2011). В образователните рамки и документи на Европейския съюз освен горепосочените умения и компетентности се посочват самостоятелно учене, ефективното комуникиране на майчин и на чужд език, инициативност и разбиране на културните различия. Освен това в европейските документи за образование изрично се споменават предметите математика и наука (физика, химия и биология) като ключови за успешното изграждане на личността на европейските ученици. Тези компетентности са отразени и в съответните български национални образователни програми. Това са Наредба № 5 от 30 ноември 2015 г. за общообразователната подготовка (Наредба № 5) и Наредба № 13 от 21.09.2016 г. за гражданското, здравното, екологичното и интеркултурното образование (Наредба № 13). Наред с това се извеждат редица преносими, „меки“ умения (напр. инициативност, оценка на риска, критично мислене, контролиране на емоциите, работа в екип, решаване на проблеми, поемане на отговорност), които осигуряват свързаност между личната, социалната и професионалната изява на съвременния човек.

Важни съвременни задачи, които стоят пред образователните общности, са как да бъде организирано обучението в организирана STEM среда и реализиране на екипна дейност при съвместно решаване на проблеми.

Една от първите глобални инициативи в тази насока е проектът „Преподаване и оценяване на уменията на 21-ви век“ (ATC21S) (Griffin, McGaw, Care, 2011). Конструирана от коалиция от глобални компании и подкрепена от активното участие на шест държави по време на проучвателната фаза, чиято основна цел е да се отговори на въпроса какви да бъдат новите изисквания към днешните ученици, за да могат да отговорят успешно на бъдещите изисквания относно техните умения и компетентности. Един от изводите, които се прави е, че е необходима образователна реформа, в която внедряването на ИКТ и на така наречените умения на 21-ви век да заемат централно място. Налице са няколко рамки и структури, направени от различни организации, които се стремят да дадат

общата идея и структура за преминаването на днешните образователни системи към модерни системи, които да подготвят днешното поколение за предизвикателствата на 21-ви век. Нека само да споменем някои от тях. Това са ATC21S, LMTF, ERI-NET, NEQMAP, DeSeCo, PISA и др. На тези рамки ще се спрем по-подробно в следващата глава. Като цяло те идентифицират едни и същи умения, но имат различия в концепциите и начините за достигане до желаните цели. Основните умения, които всяка една от тези рамки идентифицира, са креативно мислене, решаване на проблеми и задачи, работа в екип, съвместно решаване на проблеми, ИКТ и дигитални умения и компетентности и др.

Съвместното решаване на проблеми и задачи беше избрано от Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР) като нова компетентност, която беше изследвана в международното изследване на PISA през 2015 г. Има множество причини съвместното решаване на проблеми да бъде на фокус. Международните проучвания посочват, че съвместното решаване на проблеми е ключова компетентност за успешното интегриране на подрастващите в обществото и в работната среда. Също така се смята, че голяма част от планирането, решаването на проблеми, вземането на решения ще се осъществява от и чрез екипи и екипна работа (National Research Council, 2011). Затова ключов въпрос пред научната и образователната общност е успешното интегриране в днешните образователни системи на груповото и проектно базираното обучение и преподаването и оценяването на работата в екип и съвместното решаване на проблеми като част от интегрираната система от умения и на 21-ви век.

Внедряването и прилагането на новите компетентности са важни за българската образователна среда. Доказателство за бавните темпове на развитието на компетентностния подход са сравнително ниските резултати, които постигат българските ученици по време на изследванията на PISA. Например през 2012 на изследването на PISA по модула решаване на проблеми (problem solving) от 43 страни-участници българските ученици са на 42 място (PISA 2012 Results), а през 2015 на изследването на PISA по модула съвместно решаване на проблеми (collaborative problem solving) от 51 страни-участници българските ученици са на 40 място (PISA 2015 Results). Посочените примери показват, че са необходими сериозни промени в

българската учебна среда, които да доведат до качествено подобряване на уменията и компетентностите на 21-ви век.

В образователната парадигма STEM, която обединява различни идеи за интегрирано обучение, както в съдържанието, така и в подходи за интегрирано учене и организационни форми, една от отличителните характеристики е екипното учене при работа с модели (Hallström, Schönborn, 2019). Използването на моделирането и моделите има интегрираща функция при изучаването на природните науки, математиката, технологиите и инженерството. Екипната работа в STEM обучението насърчава учениците да опознаят своите силни страни, да се научат да работят в екип като разпределят дейностите и да осъзнаят, че решаването на проблемите зависи от тяхната съвместна дейност. Важна характеристика на STEM е решаването на реални проблеми, които имат социална значимост (Sutaphan, Yuenyong, 2019). Част от екипната дейност се извършва чрез комуникация между членовете на екипа и умение за представяне на резултатите, което е характерно за съвместното научно изследване.

Изследователски цели и задачи

Целта на дисертационния труд и на изследването е да се разработи концепция, инструменти и модели за формиране на умения на учениците за работа в екип в обучението по физика и астрономия в прогимназиален и гимназиален етап и за формиране на ключовата компетентност съвместно решаване на проблеми в учебна среда. Тази учебна среда може да бъде присъствена или онлайн среда на обучение.

За реализиране на тази цел е необходимо проучване на международните практики при внедряването на новите умения и компетентности, дефинирани в рамките на уменията на 21-ви век. На базата на това проучване ще бъдат анализирани и интерпретирани получените резултати. Ще бъдат описани възможните добри практики и методологии, които биха дали добри резултати при тяхното внедряване в българската образователна система. След това ще бъде направен анализ как тези практики и методологии могат да бъдат трансформирани и изменени, така че да могат в най-голяма степен да дадат добри резултати в българската

училищна среда. Анализите и проучванията ще бъдат обединени с цел да се направи методология за внедряването на екипното решаване на проблеми в училищния курс по физика и астрономия. Освен създаването на теоретични модели и методики ще бъде направено и практическо изследване. Целта на практическото изследване е разработените теоретично модели и методики да бъдат приложени в реална училищна среда. Ученици от прогимназиален и гимназиален етап ще бъдат тествани по определената методология за определяне на нивото на тяхната компетентност за екипно решаване на проблеми. Резултатите ще бъдат анализирани и интерпретирани. След анализа на резултатите ще бъде предложен работещ модел за внедряване на компетентността съвместно решаване на проблеми и задачи в училищния курс по физика и астрономия в българската образователна система. Получените резултати и анализи от този дисертационен труд ще могат да се използват за едно бъдещо интегрирано на уменията и компетентностите на 21-ви век в българската училищна среда.

Изследователските задачи, които си поставя този дисертационен труд във връзка с поставените цели, са следните.

1. Описване на добрите международни практики при внедряването на новите умения и компетентности, дефинирани в рамките на уменията и компетентностите на 21-ви век и в частност на компетентността екипно решаване на проблеми.
2. Проучване на добрите възможни практики и методологии, които биха дали добри резултати при тяхното реално внедряване в българска училищна среда.
3. Подбиране на модели и практики, които в най-голяма степен отговарят на нуждите на българското образование.
4. Създаване на теоретичен модел със съответната методика и инструментариум, който да бъде реално приложен в обучението по физика.
5. Създаване на информационна система за обучение на компетентността екипно решаване на физични проблеми на базата на създадената методология.

6. Практическо изследване и прилагане на разработените теоретични модели, методики, техники и информационни среди, което включва:
 - 6.1. определяне на нивото на компетентност за съвместно решаване на проблеми на избрана извадка на ученици от прогимназиален и гимназиален етап;
 - 6.2. прилагане на модела за развиване на умения за работа в екип;
 - 6.3. анализ на ефективността на модела по отношение на формиране на умения за работа в екип по определените критерии.
7. Анализиране и интерпретация на резултатите. Ревизиране на теоретичния модел и информационната система, ако е необходимо.
8. Предлагане на работещ модел за внедряване на компетентността съвместно решаване на проблеми и задачи в училищния курс по физика и астрономия в българската образователна система.

Обект, предмет и обхват на изследването

Обект на изследването са ученици от гимназиален и прогимназиален етап, които се обучават по предвидената от МОН учебна програма по физика и астрономия в общообразователна подготовка.

Предметът на изследването е уменията на учениците да решават физични проблеми в екип. Екипното решаване на проблеми или още ще го наричаме съвместно решаване на проблеми е умение, което дефинираме като *способността на индивида да участва ефективно в процес, при който двама или повече участника се опитват да решат определен проблем като споделят разбирането и усилията, които са необходими, за да се реши проблема и като обединяват техните знания, умения и усилия, за да достигнат до решението на проблема* (PISA 2015 collaborative problem-solving framework). Съвместното решаване на проблеми и задачи е разгледано като продукт от уменията - решаване на проблеми и работа в екип. Решаването на проблеми е разгледано като

състоящо се от четири процеса. Това са изследване и разбиране, представяне и формулиране, планиране и изпълнение и мониторинг и обратна връзка. Работата в екип е разделена на три основни процеса. Това са установяване и поддържане на споделено разбиране, предприемане на подходящи действия за решаване на проблема и установяване и поддържане на организацията на екипа. При кръстосването на тези процеси, получаваме съответните подумения, които изграждат компетентността съвместно решаване на проблеми. Тези подумения ще бъдат дефинирани и изследвани в настоящия дисертационен труд.

Работата върху изследването и написването на дисертационния труд се проведе през учебните години от 2020 до 2022 година. Поради възникването на коронавирус в този период изследванията в училищната среда се проведоха в присъствена и в онлайн среда, тоест през този период имахме хибриден модел на обучение. Училището, в което се проведе изследването, е 125. СУ „Боян Пенев“ в град София.

Хипотеза и методи на изследването

Основната хипотеза на изследването е, че при подходящо избрана методология, която да бъде внедрена в обучението по физика и астрономия, може да се постигне значимо подобрене на уменията на учениците за решаване на проблеми в екип. За целта ще се използва избрана концепция за съвместно решаване на проблеми, която ще бъде подробно описана в нашата работа. Класовете от прогимназиален и гимназиален етап ще бъдат разделени на две групи. Едната група ще бъде контролна група, а другата група ще бъде изследваната група, тоест тази група ще бъде обучавана по новата методология. Преди да започне самото обучение, двете групи ще бъдат тествани с тест за определяне на входното равнище на учениците на тяхното умение за съвместно решаване на проблеми. Самият тест ще тества подмножеството от умения, които изграждат компетентността съвместно решаване на проблеми. Очакванията са двете групи да покажат сходни резултати за тяхното входно равнище. След това в рамките на един учебен срок изследваната група ще бъде обучавана по новата методология за развиване на уменията за работа в екип. Докато контролната група ще бъде обучавана по стандартен начин

на базата на предвидените в учебните програми методи и методологии. В края на изследването двете групи отново ще бъдат тествани за установяване на нивото на компетентността съвместно решаване на проблеми. Очакванията са изследваната група да покаже по-добри резултати от контролната група.

Основните методи, които ще се използват за педагогическото изследване са стратифицирана извадка и квази-експериментален модел с контролна група.

Участниците в изследването са ученици от прогимназиален и гимназиален етап в столичното 125. СУ „Боян Пенев“. В училището се обучават осем паралелки в седми клас. Шест от паралелките са езикови, а две от паралелките са математически паралелки. На случаен принцип ще бъдат избрани три от езиковите паралелки и една от математическите паралелки да участват в изследваната група и съответно другите три езикови паралелки и другата математическа паралелка ще бъдат в контролната група. В осми, девети и десети клас в изследването са включени по две паралелки на клас, тоест общо шест класа. Като за всеки клас имаме една хуманитарна и една математическа паралелка. Всеки един клас е разделен на две групи. Едната група попада в контролната група, а другата – в изследваната група.

Квази-експериментален метод с контролна група ще бъде осъществен за провеждането на педагогическия експеримент (Харалампиев, 2012) за установяване на нивото на компетентността екипно решаване на проблеми и за установяване на разликите в началната и крайната фаза на експеримента между двете групи.

Целевата група, която представлява класове в прогимназиален и гимназиален етап, ще бъде разделена в контролна и експериментална група. Самото разделяне ще се осъществи чрез стратифицирана извадка.

За осъществяването на изследователската задача ще бъде създадена информационна система, която да подпомогне развитието и подобряването на компетентностите на учениците както за решаване на проблеми, така и за екипно решаване на проблеми. За осъществяването на тази цел информационната система ще бъде изградена от два основни модула. Тези модули са модул за решаване на проблеми и модул за работа

в екип. Системата ще позволява тестване на уменията както за решаване на проблеми, така и за екипно решаване на проблеми.

Ценното в нашата система е, че освен оценяване на горните умения и компетентности тя позволява и развитие на подуменията, които изграждат компетентностите решаване на проблеми и екипно решаване на проблеми. При работата на учениците с нашата информационна система ние ще получим необходимите данни, за да направим анализ за развитието на отделните подумения.

За статистическия анализ ще използваме софтуерните продукти JASP и IBM SPSS. Първо ще тестваме дали резултатите на отделните групи имат нормално разпределение чрез метода на Шапиро-Уилк. В зависимост от резултатите ще тестваме нашата хипотеза със Стюдънт Т-тест или с Ман-Уитни U-тест. На базата на резултатите от проведената статистическа проверка на хипотезата, ще можем да направим изводи за ефективността на работата на учениците с информационната система за подобряване на уменията им за екипно решаване на проблеми.

Първоначалната хипотезата на изследването е, че след приключване на обучението, ще има статистически значима разлика в представянето на контролната и експерименталната група. Ако данните потвърдят този изход, това означава, че нашата първоначална хипотеза е била правилна и следователно можем да заключим, че прилагането на новата методология води до подобряване на уменията у учениците за екипно решаване на проблеми. Ако данните не потвърдят този извод, то това ще означава, че първоначалната ни хипотеза е неправилна и следователно не може да се стигне до извода, че новата методология подобрява уменията у учениците за екипно решаване на проблеми.

Чрез анкети ще проучим оценката на учениците за работата с информационната система и тяхната обратна връзка. Ще проверим дали работата с информационната система повишава интереса на учениците по физика и по останалите STEM дисциплини.

Накрая ще дадем оценка за възможностите за внедряването на подобна система в образователната система.

Първа глава: Екипно решаване на проблеми

Развитие на идеята за екипна дейност

За екипната дейност в обучението се говори в методически план още в годините на създаване на методиките за обучение. Среща се и като групова дейност и има изследвания за нейната ефективност (Rottier, 1996, Тодорина, 1994). Обучението по групи е част от реформаторските идеи в образованието и възниква в началото на ХХ век. С идеите за груповото обучение се занимават педагогическата социология, теорията на груповите динамики и малките групи. В България за кооперативна работа между ученици в рамките на един час или съвместна дейност при организиране на различни познавателни дейности пише Бижков (Бижков, 1994). Първоначално групите възникват, за да подпомогнат обучението на деца с еднакви потребности, което е известно в научната литература като вътрешна диференциация. Установява се, че груповата дейност подобрява междуличностните отношения при децата и засилва социалните умения.

Най-плодотворно развитие идеята за кооперативно (групово) обучение намира във Франция с идеите на Роже Кузине (Cousinet , 1950) като метод на свободната работа по групи, при който децата разпределят задълженията си, съгласуват действията си и накрая обсъждат резултатите.

Поставянето на ученика в центъра на обучението е хуманистичната идея за сътрудничество и взаимодействие. За това призовава и Жак Делор „Да се научим да живеем и работим заедно“ през 1996 г. (Делор, 1996).

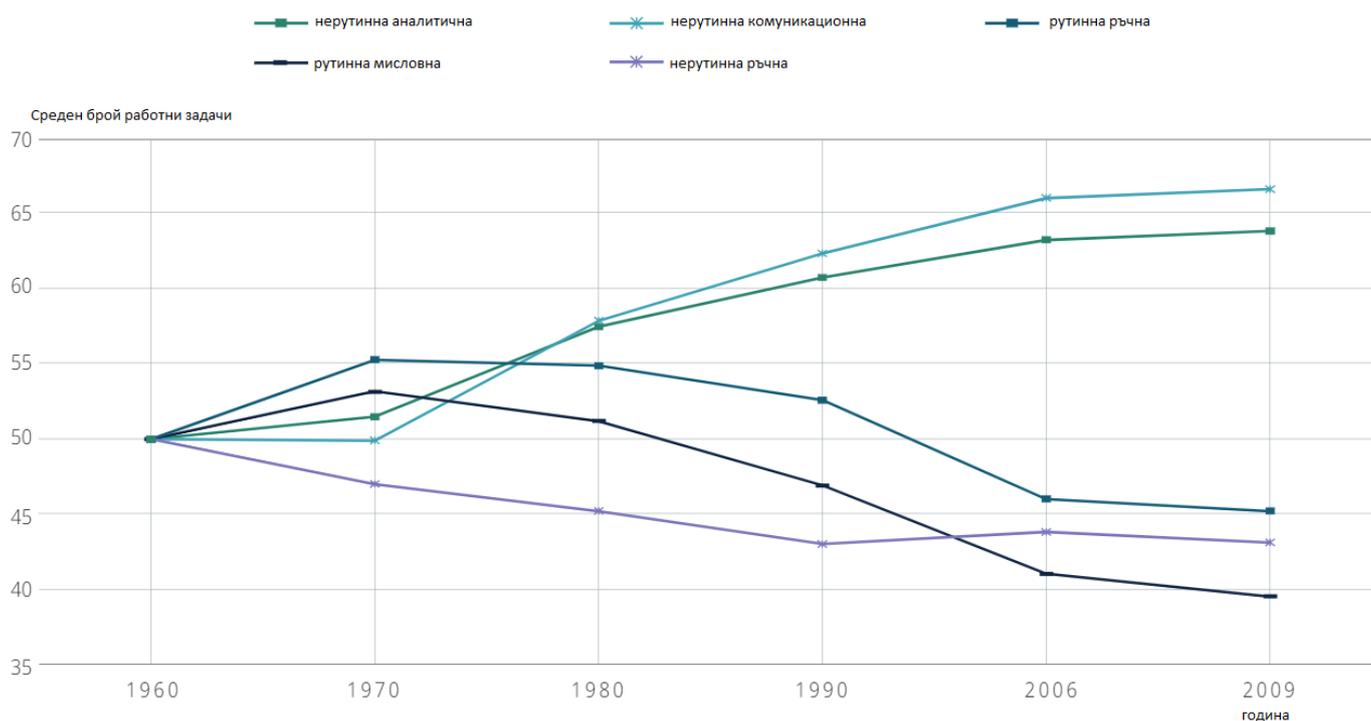
Славин (Slavin, 1990) определя четири основни методи за групова дейност:

- 1) ученическа активна група – STAD;
- 2) групова игра – TGT;
- 3) групи, подкрепящи индивидуализма – TAI;
- 4) групи за кооперативна интеграция – CIRC.

Тези методи успешно се прилагат в организирането на груповите дейности по различни предмети. Препоръчват се редувания на индивидуалната и груповата дейност, в зависимост от характера на дейността.

Уменията на 21-ви век

За да разберем необходимостта от компетентността за екипно решаване на проблеми, трябва да проследим историята на развитие на идеите за уменията на 21-ви век и необходимостта от промяна на съществуващите парадигми в образованието от 20-ти век. Основната цел на образованието е да подготвя подрастващите поколения да се включат успешно в обществения и стопанския живот. Следователно основен двигател за необходимостта от промяна в образованието ще бъдат промени в обществения и стопанския живот. Около 65 процента от децата, които стъпват в първи клас, се очаква да заемат напълно нови работни места, които не съществуват към този момент (World Economic Forum, 2016). Тенденциите за необходимите умения за изпълняване на служебните задължения също са се променили драстично през последните петдесет години. Рутинните ръчни и интелектуални дейности се изместват от необходимостта за нерутинни аналитични и междуличностни умения, както е показано на фигура 1.1. (Bialik, Fadel, 2018). Множеството от компетентности, които са необходими за новите и бъдещите работни места, се описват като „умения за синтез“ (на англ. fusion skills), тоест комбинация от креативни, предприемачески и технически умения. Тези позиции заедно с дейности, които изискват човешка грижа (например хуманната медицина), е по-малко вероятно да бъдат заменени от компютри и изкуствения интелект (Berger and Frey, 2015).



Фиг. 1.1. Тенденции в необходимите работни умения от 1960 до 2009

Внедряването на уменията на 21-ви век в образователните системи не е тривиална задача. Напротив това е съпътствано с много предизвикателства, свързани с преподаването, оценяването и мониторинга на тези умения. Отбелязва се, че екипната работа, комуникацията и умениято за решаване на проблеми са основните стълбове, върху които да стъпят новите образователни парадигми (O'Neil et al., 2004). Тези умения обикновено в научната литературата се допълват още с критично мислене и умениято за вземане на решения.

Но на практика уменията на учениците да прилагат това, което са научили в реална житейска среда, или тяхното умение да работят в група, обикновено не се оценява в образователния процес (Dede, 2010). Способностите на учениците да използват и да се адаптират към различни технологии също не се оценява в образователните системи в достатъчно голяма степен. В отговор на тези разминавания различни организации и образователни системи дефинираха уменията на 21-ви век и приложиха концепции за преминаване на образователните системи към новите образователни парадигми. Повечето концепции са съгласни, че уменията на 21-ви век включват умениято за решаване на проблеми, критично мислене,

умения за работа в екип, ИКТ умения и креативност (Griffin, McGaw, Care, 2012; O'Neil et al., 2004; OECD, 2009; Trilling, Fadel, 2009).

Новите работни места ще бъдат предимно технологични, ще изискват нерутинни задачи, умения за работа в екип, критично мислене и творчество (Kanter, 1994; Salas, Cooke, Rosen, 2008). Промяната в необходимите умения за новите работни места се забелязва в намаляване на рутинната ръчна работа и увеличаване на необходимостта от комплексни комуникационни умения и експертни познания (Levy, Murnane, 2004). Разбира се тук трябва да се уточни, че уменията на 21-ви век не можем да ги квалифицираме като умения, които не са съществували и преди. Но тук основната идея е, че тези умения досега не са били във фокуса на образователните системи (Larson, Miller, 2011). Може да се каже, че през 20-ти век основния фокус на образователните системи беше върху получаването на информация, като учителите играеха основно роля на източник на информация. Но през 21-ви век тази необходимост отпада поради технологичното развитие. Днес огромната част от учениците притежават мобилни устройства с достъп до интернет, така че те имат достъп до огромно количество информация за няколко секунди. Следователно учителите трябва да променят досегашните се методи на работа и да включват по-интерактивни занятия и занятия, които изискват критично мислене и умения за анализ и интерпретация на информацията. Досега в училищната среда учителят заемаше централното място. Но новите класни стаи трябва да бъдат преориентирани към учениците и тяхната комуникация и екипна работа. Учениците трябва да се научат не само да получават и използват информация, но и също така самите те да произвеждат информация (дигитално съдържание), да анализират и интерпретират информация, получена по разнообразен начин.

Съвременните образователни парадигми, които целят да имплементират уменията на 21-ви век в образователната среда, включват уменията за екипно решаване на проблеми като основно. Като доказателство ще разгледаме такива парадигми, като целта не е да разгледаме всички възможни парадигми. Целта е да видим общите характеристики, които ще позволят успешното интегриране на уменията на 21-ви век в съвременните образователни системи.

В Австралия има създадена правителствена агенция с името “ACARA” (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority), която отговаря за учебните програми, оценяването, анализирането и обратната връзка в образованието. През 2013 тази агенция определя седем ключови компетентности, които трябва да се развиват у учениците през целия техен обучителен процес. Това са четивна грамотност, числова (математическа) грамотност, ИКТ умения, критично и креативно мислене, лична и социална отговорност, етично разбиране и поведение и межкултурна толерантност. Тези компетентности са заложи в цялата учебна програма и са изрично адресирани в ядрата на учебните програми. Екипното решаване на проблеми също е сред основните приоритети. Като според ACARA за екипното решаване на проблеми ключови са критичното и креативното мислене и личната и социалната отговорност. Ученикът ще развие критично и креативно мислене чрез учебните програми тогава, когато в тях са заложи генериране и оценяване на информация, изясняване на концепции и идеи, търсене на възможности, оценяване на алтернативни възможности и решаване на проблеми (ACARA, 2013).

Много от тези дейности са свързани пряко и с екипното решаване на проблеми. В процеса на развиване на тези мисловни умения учениците трябва да успеят да повишат способностите си при анализиране и разбиране на процеси и явления, с които не са се сблъскали досега. И за чието разбиране е необходима непозната информация и ресурси. Ако учениците подобрят горните мисловни умения, те ще бъдат по-добри при решаването на задачи и проблеми от различен характер. Критичното и креативното мислене е организирано в четири основни категории. Това са изследователска категория (изследване, идентифициране и организиране на информацията), генериране на идеи, възможности и действия, анализиране, синтезиране и оценяване на аргументи и процедури и контрол по изпълнението и обратна връзка. Диаграмата на критичното и креативното мислене е представена на фигура 1.2.



Фиг. 1.2. Диаграма на критично и креативно мислене (ACARA 2013).

Изследователският подход трябва да развие у учениците техните способности за търсене и събиране на информация, нейното сравняване и оценяване. В процеса учениците задават въпроси, изследват различни идеи, класифицират и организират информацията и идеите. Следващият етап е свързан с генериране на идеи и тяхното свързване в цялостно решение, като се вземат предвид възможните решения. След това учениците анализират възможните решения и отчитат предимствата и недостатъците на различните възможни решения и изграждат план на решението. Предприемат действия по осъществяване на плана за решение. Последният етап е контрол по изпълнение на плана. Това включва обратната връзка, анализирането на резултатите и оценката на възможните корекции. За да бъде успешен в последния етап ученикът трябва да осмисли своето представяне и поведение и да преосмисли първоначалните си идеи и възприятия. Личната и социалната отговорност оформят личните и междуличностните умения на ученика. Тези умения в екипното решаване на проблеми са ключови. Защото благодарение на тях ученикът комуникира със съучениците си, разрешава конфликти и противоречия, ангажира се с екипната работа, създава и осъзнава връзките в екипа, осъзнава собствената си роля в екипа и преценява силните и слабите си страни.

Министерството на образованието на Сингапур е създадо програмна рамка за уменията и компетентностите на учениците за 21-ви век (Singapore Ministry of Education, 2015). Основната цел е учениците да бъдат уверени личности, да имат уменията за самостоятелно учене, да допринасят за общото благо и да са осъзнати граждани. За да са успешни учениците в глобализацията се свят, те трябва да притежават уменията на 21-ви век. Тези умения са гражданска култура и поведение, глобална загриженост, межкултурна толерантност, критично и изобретателско мислене, ИКТ умения и комуникационни умения. Тук е интересно да се отбележи, че в тази рамка е имплементирана и рамката на PISA за проблемното обучение. Компетентността за екипно решаване на проблеми е разгледана като съчетание от една страна на критичното и изобретателското мислене, а от друга страна като информационни и комуникационни умения.

Партньорство за уменията на 21-ви век е програма създадена през 2002 г., която цели обединяване на усилията на бизнеса с образователните институции и управленските органи за подготвянето на американската образователна система към новите изисквания на 21-ви век (Trilling, Fadel, 2009). Тази програма предоставя цялостна рамка за обучението и образованието на 21-ви век. В нея са разгледани какъв трябва да бъде резултатът от обучението на учениците, тоест какви компетентности, умения и знания трябва да имат, когато завършват отделните образователни етапи. В програмата се коментират какви трябва да бъдат съвременните образователни среди, професионалното развитие на педагогическия персонал, осъвременяване на образователните програми и изисквания, стандарти и оценяване на учениците и на самото образование. Самите умения са разделени на три големи групи. Едната група е информационни, комуникационни и технологични умения. Втората група са умения за учене и иновации. Тук влизат така популярните на английски език 4C (critical thinking, creativity, communication, collaboration). Това са критично мислене, креативност, комуникационни умения, умения за работа в екип. И третата група умения са умения за живота и умения за работа (кариерно развитие).

Като глобално продължение на горната програма може да се приеме програмата с името ATC21S (Assessment and teaching of 21st century skills). В нея се включват много държави от различни континенти. Програма

преразглежда ролята на учителя и учениците. В нея централно място заемат така наречените активни форми на обучение. Като при тях ученикът не е пасивен приемник на информация, а напротив активен участник в процеса на търсене, обработване, класифициране, анализиране и интерпретиране на информацията. Като в програмата изрично е посочено, че уменията на 21-ви век не трябва да ги разглеждаме като нови умения, а по-скоро да се преразгледа тяхната роля в образователните програми и изисквания (Griffin, McGaw, Care, 2012). Програмата класифицира уменията в четири основни направления. Това са начин на мислене, начин на работа, инструменти за работа и умения за живота и ги групира под акронима KSAVE (knowledge, skills, attitudes, values and ethics), което в превод означава знания, умения, нагласи, ценности и етични норми (Binkley et al., 2012). В категорията начин на мислене спадат уменията креативност, иновативност, критично мислене, умения за решаване на проблеми, умения за учене и умения за метапознание. В начин на работа спадат уменията за комуникация и уменията за работа в екип. В инструменти за работа влизат всички ИКТ умения. В уменията за живота спадат гражданските умения, глобално гражданство, кариерно развитие, лична, гражданска и социална отговорност.

Европейската рамка за ключовите компетентности и ученето през целия живот (Европейска рамка за учене) от 2006 г. и последващите редакции и допълнения са ключови документи, които определят общите принципи и ценности на обучението и образованието в Европейския съюз (European parliament, 2006, European council, 2018). Тя се основава на идеята, че обучението не е ограничено до училищната система, а е една непрекъсната дейност, която трябва да се провежда през целия живот на човека.

Целта на Европейската рамка за учене е да създаде обща система за оценка и признаване на уменията и компетентностите на хората в цяла Европа. Това означава, че всеки може да придобие и развие умения и компетентности, които не са свързани само с тяхната първоначална професионална и образователна квалификация.

Европейската рамка за учене е съставена от 8 ключови компетентности, които са от съществено значение за личното, социално и професионално развитие на хората. Тези компетентности са езикова

грамотност, многоезикова компетентност, математическа компетентност и компетентност в областта на точните науки, технологиите и инженерството, цифрова компетентност, личностна компетентност, социална компетентност и компетентност за придобиване на умения за учене, гражданска компетентност, предприемаческа компетентност и компетентност за културна осведоменост и изява.

Според Европейската рамка за учене езиковата грамотност е способността да се разпознават, разбират, изразяват, създават и тълкуват понятия, чувства, факти и мнения както в устен, така и в писмен вид. Тази способност е важна за успешното комуникиране с другите хора, както и за по-нататъшно учене и езиково взаимодействие.

Развитието на езиковата грамотност се основава на познанията по лексика, по граматика и на функциите на езика. Тя включва уменията за четене и писане, правилно разбиране на писмена информация, разбиране на основните видове вербално взаимодействие, на различни литературни и нелитературни текстове и на главните особености на различните езикови стилове и регистри.

Учениците следва да имат умения да комуникират както устно, така и писмено, в различни ситуации и да наблюдават и адаптират своята комуникация към нуждите на ситуацията. Те трябва да бъдат способни да разграничават и използват различни видове изразни средства, да събират, да обработват информация и да я използват, за да формулират и изразят убедително своите мисли и аргументи. Езиковата грамотност означава също така критично мислене и способността да се оценява информацията и да се работи с нея.

Положителната нагласа към езиковата грамотност включва предразположение към провеждането на критичен и конструктивен диалог с други хора. Това предполага разбиране на въздействието на езика върху другите хора и необходимостта езикът да се разбира и използва по положителен и социално отговорен начин.

Европейските институции определят компетентността по чужди езици като способност за ефективна комуникация на различните езици. Тази компетентност включва основните умения на езиковата грамотност, като разбиране, изразяване и тълкуване на понятия, мисли, чувства, факти и мнения както в устен, така и в писмен вид. Компетентността по чужди езици

включва осъзнаването на историческите и межкултурните особености на отделните народи. Тази компетентност изисква познаване на лексиката и функционалната граматика на различни езици, както и познаване на основните видове вербално взаимодействие и езикови норми. Най-важното умение за тази компетентност е способността за разбиране на устни съобщения, за започване, поддържане и приключване на разговор и за четене, разбиране и съставяне на текстове. Важно е познаването на обществените норми и културния аспект на различните народи. Положителната нагласа включва оценяване на културното многообразие, интерес и любопитство към различни езици и межкултурното общуване. Важно е уважението към майчиния език на гражданите, принадлежащи към малцинства или от семейства на мигранти. Също така е важно учениците да осъзнават признанието на официалния език или езици на съответната държава и на държавите в общността.

Математическата компетентност е ключова компетентност за успешното интегриране на учениците в съвременния технологичен свят. Тя се определя като способността на учениците да могат да прилагат математическите си знания в различни по контекст среди. Учениците трябва да могат да прилагат не само основните алгебрични действия, но и да могат да приложат по-сложни математически модели в разнообразни задачи от различни области на живота. Необходимите знания включват добро познаване на числата, мерките и структурите, основните действия и основните начини за математическо представяне, разбиране на математическите термини и понятия и познаване на въпросите, на които математиката може да даде отговор. Ученикът трябва да има умения за прилагане на основните математически принципи и операции в ежедневието както у дома, така и на работа (например финансови умения) и да може да следи и оценява поредица от аргументи. Той следва да бъде в състояние да мисли математически, да разбира математически доказателства, да комуникира на математически език и да използва подходящи помощни средства, включително статистически данни и графики, както и да разбира математическите аспекти на цифровизацията. Положителната нагласа към математиката се основава на зачитането на истината и на желанието да се търсят причините, както и да се оценява тяхната валидност.

Компетентността в областта на точните науки се отнася до способността да се обясни природният свят посредством натрупаните знания и използваните методи, включително наблюдение и експериментиране. Компетентността в областта на технологиите и инженерството е прилагането на тези знания и методи в отговор на подпомагане на човешките нужди и създаването на по-добри условия и възможности за устойчиво развитие.

Европейската рамка подчертава важноста всеки един гражданин да има необходимите компетентности в областта на природните науки, технологиите и инженерството. Най-важните знания в областта на природните науки, технологиите и инженерството обхващат основните принципи на природния свят, основните научни понятия, теории, принципи и методи, технологиите и технологичните продукти и процеси, както и разбирането на въздействието на науката, технологиите, инженерството и човешката дейност като цяло върху природния свят. Тези компетентности следва да дават възможност на хората да разбират по-добре напредъка, ограниченията и рисковете на научните теории и приложения, както и на технологиите в обществата като цяло (във връзка с вземането на решения, ценностите, моралните въпроси, културата и т.н.). Уменията включват разбирането на науката като процес на изследване чрез специфични методики, включително наблюдения и контролирани експерименти, способността да се използва логическа и рационална мисъл за проверка на дадена хипотеза, както и готовността за отказ от собствените убеждения, когато те противоречат на резултатите.

Цифровата компетентност означава гражданинът да има уверен, критичен и отговорен подход към цифровите технологии, като ги използва за учене, работа и участие в обществото. Това включва информационна грамотност, умение да се обработват и анализират данни, комуникационни умения, умения за екипна работа, медийна грамотност, умение да се създава цифрово съдържание (включително умението да се програмира), знания за киберсигурността и безопасното ползване на цифровите технологии, умения за справяне с проблемите и критично мислене. Важно е учениците да разбират как цифровите технологии могат да подпомогнат общуването, творчеството и иновациите и да бъдат запознати с техните ограничения и рискове. Трябва да имат критичен подход към

информацията и данните, които получават от цифровите технологии и да са запознати с правните и етичните принципи, свързани с тяхното ползване. Важно е да умеят да ползват цифровите технологии за да подпомогнат активното си гражданско участие и социалното си приобщаване, сътрудничеството си с други хора и творчеството си за постигане на личностни, социални или търговски цели. Уменията включват способност за ползване на цифрово съдържание, достъп до него и филтриране, оценяване, създаване, програмиране и споделяне на цифрово съдържание. Трябва да могат да управляват и защитават информация, съдържание, данни и цифрови самоличности, както и да разпознават и да ползват ефективно софтуер, устройства, изкуствен интелект или роботи. Изисква се да имат критичен, но любознателен, непредубеден и напредничав подход към цифровите технологии и да имат етичен, безопасен и отговорен подход към ползването на тези средства.

Личностната компетентност, социалната компетентност и компетентността за придобиване на умения за учене са три ключови компетентности, които помагат на човек да управлява своя живот успешно. Първата от тези компетентности е личностната компетентност, която се отнася до способността на човек да мисли за себе си и да управлява своето време и информация. Включва също така умения за управление на физическото и емоционалното благосъстояние и здравословния начин на живот. Втората компетентност е социалната компетентност, която се отнася до способността на човек да работи конструктивно с други хора и да управлява конфликти. Тя включва разбиране на правилата за поведение и общуване в различните общества и среди, както и способността за демонстриране на толерантност и уважение към другите. Третата компетентност е компетентността за придобиване на умения за учене, която се отнася до способността на човек да се учи през целия живот и да се развива в кариерата си. Тя включва умения за определяне на личните възможности, критично разсъждаване и вземане на решения, както и способност за работа както самостоятелно, така и в екип. За да бъдат успешни в тези компетентности, хората трябва да бъдат устойчиви, да могат да се справят с несигурността и стреса, да общуват конструктивно в различни среди и да уважават различията на другите. Тези компетентности се основават на положителна нагласа към самите нас, към нашето

благосъстояние и развитие. Учениците трябва да имат положителна нагласа към ученето, както и положителни нагласи за сътрудничество, отстояване и почтеност.

Европейската рамка за учене описва гражданската компетентност като способността на гражданите да действат като отговорни граждани и осъзнатото им пълноценно участие в гражданския и социалния живот. За да се постигне това, е необходимо да се разбират социалните, икономическите, правните и политическите понятия и структури, както и основните национални и световни събития, характеристики и особености. Гражданската компетентност се основава на познаването на основните понятия и явления, свързани с физическите и юридическите лица, трудовите организации, обществото, икономиката и културата. За да се развие гражданската компетентност у учениците, е необходимо те да бъдат осведомени за съвременните събития и да имат осъзнато разбиране за главните събития в националната, европейската и световната история. Това включва информираност относно целите, ценностите и политиките на социалните и политическите организации и движения, както и осведоменост за устойчивото развитие и по-специално за изменението на климата и демографските промени в световен мащаб и основните причини за тях. От съществено значение са познанията за европейската интеграция и осведоменост за многообразието и културните идентичности в Европа и в света. За да се развият уменията за гражданска компетентност, е необходимо учениците да осъзнават необходимостта от участие заедно с други хора в дейности от общ или обществен интерес, включително за устойчиво развитие на обществото и на природата.

Предприемаческата компетентност трябва да води до създаване на благоприятни възможности и идеи, които могат да бъдат превърнати в ценности за другите хора. Тя се основава на творчество, критично мислене, способност за решаване на проблеми, инициативност, постоянство и умение за работа в екип с цел планиране и управление на проекти, които имат културна, социална или финансова стойност. За да се развие предприемаческата компетентност, е важно да се разбере, че има различни ситуации и възможности за реализиране на идеи в личната, социалната и професионалната дейност, и да се разбира кога тези ситуации и възможности се проявяват. Учениците следва да имат познания за

планиране и управление на проекти, включващи процеси и ресурси, както и разбиране за икономиката и за социалните и икономическите възможности и предизвикателства, пред които се изправят работодателите, организациите или обществото. Предприемаческата компетентност изисква да се разбират етичните принципи и предизвикателствата пред устойчивото развитие. Учениците трябва да разбират своите силни и слаби страни и да могат ефективно да се справят с екипни задачи и дейности. Предприемаческата компетентност включва способността да се работи както самостоятелно, така и в екип, да се мобилизират ресурси (хора и материали) и да се поддържа създадената организационна структура. Необходимо е учениците да могат да вземат финансови решения, свързани с разходи, приходи и добавена стойност. За да бъдат успешни, е необходимо учениците да могат да водят ефективна комуникация и да работят с други хора дори да имат различия с тях. Това е от съществено значение, когато става въпрос за вземане на информирани решения, защото може да помогне при справяне с несигурността, неяснотата и риска. Предприемаческата нагласа включва инициативност и активност, които са необходими за постигане на целите. Освен това, предприемаческата нагласа включва и поглед към бъдещето, решителност и постоянство, за да се постигнат целите. Важна част от тази нагласа е и желанието за мотивиране на други хора и оценяване на техните идеи. Предприемачите също така са съпричастни, поемат отговорност и прилагат етични подходи през целия процес на постигане на целите.

Компетентността за културна осведоменост и изява се определя като умението да се разбират и уважават начините, по които идеи и ценности се изразяват творчески и се предават в различни култури чрез изкуствата и другите форми на култура. Тази компетентност изисква ангажираност за разбиране, развиване и изразяване на собствените идеи и чувства, както и за разбиране на местните, националните, регионалните, европейските и световните култури, езици, наследство, традиции и култура. За да се постигне тази компетентност, е необходимо учениците да са осведомени за различните начини на предаване на идеи в изкуството, като например писмени, печатни текстове, текстове в цифров формат, театър, филм, танц, игри, изкуство и дизайн, музика, ритуали, архитектура и хибридни форми на изкуство. Учениците трябва да осъзнават културното многообразие в

Европа и в света. Тази компетентност изисква умения като способността за съпричастно изразяване и интерпретиране на метафорични и абстрактни идеи, преживявания и емоции, както и способността за откриване и реализиране на възможности за лична или групова изява чрез изкуството и другите форми на култура. Важно е учениците да имат непредубедена нагласа към многообразието на културната изява и да се зачита това многообразие, съчетано с етичен и отговорен подход към интелектуалната и културната собственост.

Компетентностният подход също е залегнал в българското образование. Компетентностите са заложени в Закона за предучилищното и училищното образование (Закон за предучилищното и училищното образование) и също в няколко документа за прилагането на компетентностите в училищната среда (МОН, Компетентности и образование, За прехода от знания към умения, Компетентностите и референтните рамки, Практикум, Ключови компетентности в учебните предмети от системата на училищното образование. В закона са заложени девет ключови компетентности. Първите осем компетентности са директно транспонирани от Европейската рамка за ключовите компетентности и ученето през целия живот. Деветата компетентност е умения за подкрепа на устойчивото развитие и за здравословен начин на живот и спорт. Според законодателите тази компетентност отговаря на традициите и спецификата на българската образователна система. Придобиването на тези компетентности става индиректно, като се изпълнява съответната учебна програма. Резултатите от учебния процес са дефинирани и заложени в държавния образователен стандарт за общообразователна подготовка по всеки учебен предмет. На таблица 1.1. са показани очакваните резултати от обучението по физика и астрономия и придобиването на ключовите компетентности.

Ключови компетентности	Физика и астрономия
Компетентности в областта на българския език (езикови компетентности)	
Умения за общуване на чужди езици (комуникативни компетентности)	
Математическа компетентност и основни компетентности в областта на природните науки и на технологиите	<p>Описва движението и взаимодействието на телата с величини като скорост, ускорение, сила, механична работа и мощност, кинетична и потенциална енергия.</p> <p>Илюстрира с примери важни практически приложения на условията за равновесие на твърди тела, течности и газове.</p> <p>Описва на експериментална основа процесите с идеален газ, прилага газовите закони за изотермен, изобарен и изохорен процес.</p> <p>Илюстрира с примери как специфични свойства (в зависимост от честотата) на звука и електромагнитните вълни се използват от организмите, в медицината, комуникациите и други технологии.</p> <p>Прилага основни закономерности при отражение и пречупване на светлината, топлинно излъчване и фотоелектричен ефект.</p> <p>Извършва наблюдения и опити, проверява експериментално физични закономерности.</p>
Дигитална компетентност	<p>Извършва лабораторен експеримент, обработва получените данни и ги представя таблично и графично, включително и чрез ИКТ.</p> <p>Използва прости физични и математични модели, алгоритми за решаване на задачи и проблеми, извлича информация от различни източници и със средствата на ИКТ.</p>
Умения за учене	Обобщава резултатите от изследвания и прави изводи за причинноследствени връзки във физични явления.
Социални и граждански компетентности	
Инициативност и предприемчивост	Познава съвременни аспекти на връзката между физиката на микросвета, астрофизиката и космологията (ядрен синтез и еволюция на звездите, Големият взрив).

Културна компетентност и умения за изразяване чрез творчество	
Умения за подкрепа на устойчивото развитие и за здравословен начин на живот и спорт	Коментира възможностите за пестене на електроенергия и решаване на свързаните с нейното производство екологични проблеми. Демонстрира умения за безопасна работа с електричен ток, уреди, апарати, вещества

Таблица 1.1. Ключовите компетентности в учебния предмет физика и астрономия.

Дефиниране на уменията за екипна работа

За да можем да опишем качествено и количествено компетентността екипно решаване на проблеми, трябва да положим теоретичните основи, върху които ще се изгражда нашата теория и модели. Нуждаем се от дефиниция на компетентността, която да ни позволи да предложим методология на обучението и методология на оценяването (Messick, 1994). След като се определили дефиниция на дадената компетентност, то най-важните и отличителни характеристики ще наричаме ядро на характеристиката или още конструкт (на англ. език construct) (Wiggins, 1998). Тоест конструктът се отнася до скритата черта (на англ. latent trait), променлива, същност на характеристиката (умение, компетентност), която не може да се наблюдава директно, но която ние вярваме, че съществува (Mislevy, Steinberg, Almond, 2003). Понеже този конструкт не може да бъде подложен на директно измерване, ние трябва да измерим предполагаемите последствия и ефекти от дадения конструкт чрез идентифицирането на променливите, които показват и разкриват дадения конструкт и в същото време могат да бъдат измерени чрез преки измервания (Wilson, 2005). Чрез събирането на достатъчно голямо количество от материали, свързани с методологията на обучението и на оценяването на дадената компетентност и от събирането на данни от преките променливи, могат да бъдат направени приближения, които да описват нивото на овладяване от страна на ученика на дадената компетентност (Bennett, 1993). От друга страна самата дефиниция на конструкта предоставя основата за създаването на рамката за оценяване.

Първоначално различните нива на овладяване на дадената компетентност се изграждат чрез първоначално събраните данни и чрез теоретичните модели. След което се провеждат емпирични проучвания. От данните от тези емпирични проучвания се правят необходимите калибровки за определяне на различните нива на овладяване на дадената компетентност.

Умението за ефективна работата в екип отдавна е определяно като важна компетентност и характеристика, както на индивидуалната личност, така и на целия екип, който извършва дадената задача. Като прост пример ще дадем така наречения „team building“, в днешно време почти всяка компания и организация има поне едно такова мероприятие. Тоест в стопанския живот умението за екипна работа е осъзнато като ключов компонент за успеха на дадена компания или организация. Разбира се когато изказваме хипотезата за даден ефект върху динамична и практически неконтролируема среда, винаги трябва да сме внимателни, както е известно още от прочутите проучвания във фабриката Хоторн (Hawthorne Studies), проведени в периода 1920-1930 (Dyer, 1984). И понеже една от задачите на образованието е да подготвя възпитаниците си за тяхната бъдеща трудова реализация, е съвсем нормално да се засили интереса към умението за работа в екип и в образователните институции (von Davier, Halpin, 2013). Като примери за педагогически изследвания, свързани с умението за екипна работа, които са произвели и съответните методики на преподаване, ще посочим “Peer Instruction“ на проф. Ерик Мазур от университета Харвард и “JIGSAW“ на проф. Аронсон от университета Станфорд. “Peer Instruction“ е форма на активно учене, при която учениците предварително са получили лекционния материал и те имат задължението да го прочетат. В класната стая учителя задава задачи и всеки ученик индивидуално отговаря, като обикновено се използва определена информационна система (обикновено вече се използват мобилни приложения). Учениците се събират в групи и обсъждат задачата и нейното решение. След което отново са тествани на същата задача (Mazur, 1997). “JIGSAW“ е също метод за активно учене. При него класът се разделя на основни групи. На групите се задава по-сложна задача или проблем, която има поне три компонента от различни дялове или области. Учениците обсъждат общите контури на решението. След това учениците се разделят на така наречените експертни групи. В експертните групи учениците

обсъждат в детайли отделните компоненти на общото решение. Отново учениците се събират в основните си групи и изработват общо и интегрирано решение на проблема (Aronson et al., 1978). Но тук трябва да отбележим, че докато има сравнително голямо количество изследвания и проучвания за работата в екип в образователна среда, то за самия процес и самата компетентност екипно решаване на проблеми проучванията и изследванията са все още твърде малко на брой. Трябва да направим и разграничението между просто учене в групи и екипното решаване на проблеми. Екипното решаване е много по-комплексно и по-сложно и не може да се представи като просто учене или работене с други хора. В самата научна и образователна общност все още няма напълно изчистена терминология. Така например екипно решаване на задачи и проблеми, екипно учене, съвместно решаване на задачи и проблеми, екипно учене и сътрудничество в ученето и сътрудничество в решаване на проблеми и задачи се използват като синоними или термини с много близко значение (Morgan, Salas, & Glickman, 1993; Wilczenski, Bontrager, Ventrone, & Correia, 2001). Поради възможността екипните групи да варират в своята численост, това количествено изменение често води и до качествени различия в изходните резултати. Наблюдава се изменение на дефиницията от просто учене или работене заедно в група към действия на двама или повече участника, споделящи знания, ресурси и експертиза, получени от различни източници, с цел да достигнат до обща цел или решение на даден проблем. Появяват се различия в същността на екипната работа в зависимост от това дали участниците в екипа са независими или зависими един от друг. Обикновено е прието, когато се казва работа в екип или групи, да се има предвид независими участници, които работят независимо един от друг и в определена изолация. Под екипна работа и учене, съвместно учене и работа и учене и работа в сътрудничество обикновено имаме зависими участници в екипа, които трябва да разчитат на действията на другите и поотделно никой не може да завърши цялата задача (Davies & Halpin, 2013; Dillenbourg, 1999). Ключова характеристика на екипното решаване на проблеми е взаимодействието между участниците. Качественото взаимодействие между участниците би трябвало да генерира обмен на идеи и решения на дадения проблем. Но също така ще тества и уменията на участниците за преговори и правенето на разумни компромиси с цел

постигане на обща визия. Затова задание, което се стреми да оцени екипните умения, трябва да включва тестване на уменията за преговаряне. Преговарянето и търсенето на компромис могат да подобрят обучителния процес. Понеже участниците трябва да споделят тяхното разбиране за проблема и да запознаят другите участници в дълбочина с техните решения и мисли с цел да ги убедят (Dillenbourg, 1999). В литературата се срещат така наречените кумулативни задачи (на английски език “additive tasks”), чрез които се оценяват уменията на учениците за работа в екип. При тях учениците трябва да обединят ресурси, за да произведат определен резултат (решение), при което учениците са независими участници и достигат сами до своя принос. Но от друга страна те са зависими при оформянето на крайния продукт (решение). Тоест при този тип изследване оценяващите механизми са концентрирани върху оценяването на общия продукт и на представянето на екипа като цялостна и единна единица. Повечето съществуващи изследвания върху екипното решаване на проблеми използват друг подход. Те заявяват, че индивидуалната компетентност в групата е важна и оценяващите механизми са концентрирани върху оценяването на индивидуалния принос в екипа и върху взаимодействието на индивидуалния участник в процеса на работа на екипа (Thompson, Wang, & Gunia, 2010; Cohen, Lotan, Scarloss, & Arellano, 1999; von Davier & Halpin, 2013; Woolley, Chabris, Pentland, Hashmi, & Malone, 2010). Рошел (Roschelle, 1992) акцентира в изследванията си върху екипната работа на изграждането на споделено разбиране, знание и представа, като анализира разговорите на участниците в даден екип. За Лай (Lai, 2011) ключов фактор за успешната екипна работа е конструирането, мониторинга и гъвкавостта за промяна на общото познание. Тийзли (Teasley, 1994) разпознава като ключов фактор за екипната работа конструирането и поддържането на споделено разбиране за проблема и успешното интегриране на целите, разбиранията и стратегиите.

Дилънбърг (Dillenbourg, 1999) отбелязва, че екипното решаване на проблеми има симетрия на познанието, симетрия на статута и симетрия на целите. Но ролите и задачите на всеки един участник в екипа може да са различни. Симетрия на познанието предполага, че всички участници могат да имат различно възприемане на информацията, но равен достъп до информацията в качествен и количествен план. Симетрия на статута се

отнася до екипна работа на участници с равни права и задължения като противоположност на структура с ясно изразена йерархия. Симетрия на целите означава, че екипът и отделните участници в него имат общи цели, а не различни и противопоставящи се цели. Дилънбърг разграничава и кооперативните дейности от екипните дейности. Кооперативните дейности се основават на симетрия на действията между участници, работещи паралелно по отделните задачи и които евентуално ще обединят работата си в един общ продукт. Докато екипните дейности изискват участници, които работят заедно върху една и съща задача, и където разделението на труда е преплетено и следователно изпълнението на подзадачите е взаимно зависимо.

Има проучвания, които изследват крайния продукт и крайната ефективност на група от хора (обикновено до трима участника в група) в зависимост дали работят на принципа за екипно взаимодействие или в някаква степен на конкурентна основа. В тези проучвания се посочва, че екипното взаимодействие има повече ползи в сравнение с конкурентното взаимодействие. Но се подчертава, че за постигането на добри резултати при екипното взаимодействие е необходимо участниците да изградят споделено разбиране за целите, ресурсите, за възможностите на отделните участници и за ролята на всеки един член от екипа (Marschak & Radner, 1972; Zagal, Rick, & Hsi, 2006).

Екипната работа в контекста на съвместното учене се отнася до ученици, които работят заедно, за да постигнат обща цел в споделена образователна среда (O'Neil et al., 2004; Underwood & Underwood, 1999). Известни учени като Виготски (Vygotsky, 1978) и Пиаже (Piaget, 1983) имат огромен принос в изследването на екипното взаимодействие в образователния процес. Те обуславят, че социалното взаимодействие улеснява и подпомага ученето. Според социално-културната перспектива на Виготски социалното взаимодействие интернализира и способства за научаването на нови неща. Неговата известна теория за зоната на проксимално (най-близо) развитие идентифицира области, които може отделната личност да достигне. Тези области на знания и умения се различават в зависимост, дали ученикът достига самостоятелно до тях или с помощта на ментор (учител или родител). Социо-конструктивният подход на Пиаже идентифицира етапите на развитие на когнитивните умения при

децата. Той маркира голямото значение на когнитивните конфликти, при които личностите разпознават разминаването и несъответствието на досегашните им разбирания с дадена нова информация, което е ключов фактор за тяхното когнитивно развитие. Това несъответствие най-често се среща, когато ние сравняваме и дискутираме нашето разбиране и познание по даден въпрос с други хора, които имат различно ниво на познание в дадената тема. От тази логическа структура методиките за екипно учене приемат, че учениците трябва да имат добре дефинирани задачи и дейности. Трябва да бъдат информирани за целта и трябва да бъдат инструктирани да работят заедно с мисълта, че това ще подобри тяхното познание и разбиране. И учениците се оценяват на базата на техните способности да работят в екип. Някои модели на екипното учене предлагат въвеждането на когнитивни елементи в процеса, например като способността за вземане на решения. Но като цяло фокусът при екипното учене е върху способността на учениците да се учат от взаимодействието с други хора или ситуации (O'Neil et al., 2004).

Екипната работа в образователната система, особено в училищата, може да се определи като колективното усилие на група от индивиди, като ученици или учители, които работят заедно към обща цел или задача. Това включва споделяне на идеи, ресурси и отговорности, за да се постигне желания резултат. В училищата екипната работа може да се осъществи между ученици в групови проекти или между учители при планирането и изпълнението на уроци или учебни планове с цел по-добра и по-задълбочена интердисциплинарна връзка между отделните предмети. Екипната работа изисква ефективна комуникация, сътрудничество и уважение към приноса, уменията и перспективите на всеки участник. Чрез екипната работа, индивидуалните участници могат да развият важни социални и емоционални умения, като решаване на проблеми, лидерство и емпатия, и в същото време да постигат по-добри учебни резултати.

Дефиниране на уменията решаване на проблеми

Решаването на проблеми и задачи (на английски език Problem solving) е важно и търсено умение, както в образователната среда, така и в бизнес средата. И може би няма известна и призната програма и рамка за обучение на уменията на 21-ви век, която да не е включила решаването на проблеми като ключов приоритет. Но какво разбираме под проблеми. На английски език “problem” може да се преведе като проблем, но и като задача, въпрос, загадка, труден въпрос. В образователна среда имаме предвид втория превод. Тоест задача, (труден) въпрос. Но тук е мястото да направим няколко уточнения. Обикновено традицията на българското образование свързва думата задача с точно определен предмет и точно определена тема от учебната програма. Например задача по математика за прилагане на синусова теорема или задача по физика за прилагане на закона на Ом. Като обикновено това са едностъпкови или двустъпкови задачи от алгоритмичен и шаблонен характер. Но идеите на концепцията решаване на проблеми (problem solving) и на образователния подход (PBL – problem-based learning) са различни. Първо по възможност се дават задачи, които не са стандартни. Тоест задачите трябва да са по-близки до живота и ежедневната практика, отколкото да са формално проверяване на знанията по дадена учебна програма. Също така по възможност е добре задачите да са интердисциплинарни или поне от различни области на дадената наука. Тук целта е да се направи връзка със съвременните проблеми на човечеството, които са интердисциплинарни и многофакторни. И задачите обикновено са многостъпкови и изискват търсенето и намирането на допълнителна информация и ресурси за тяхното решаване.

От методическа гледна точка друго важно разграничение е, дали уменията за решаване на задачи се разглежда в определен контекст (математика, физика, химия и т.н.) или се разглежда абстрактно, без да е определен даден контекст. Но и в двата случая решаването на проблеми изисква мисловни процеси и прилагането и изпълнението на план и стратегия на решението, което помага на учениците да развият своите когнитивни и метакогнитивни процеси (Garofalo & Lester, 1985).

От няколко десетилетия уменията за решаване на проблеми е основна тема на проучване и изследване, както в науките за образованието,

така и в психологията, управлението, стопанския живот и други (Mayer & Wittrock, 1996). Но няма единодушно мнение за точната дефиниция на умението за решаване на проблеми (Frensch & Funke, 1995).

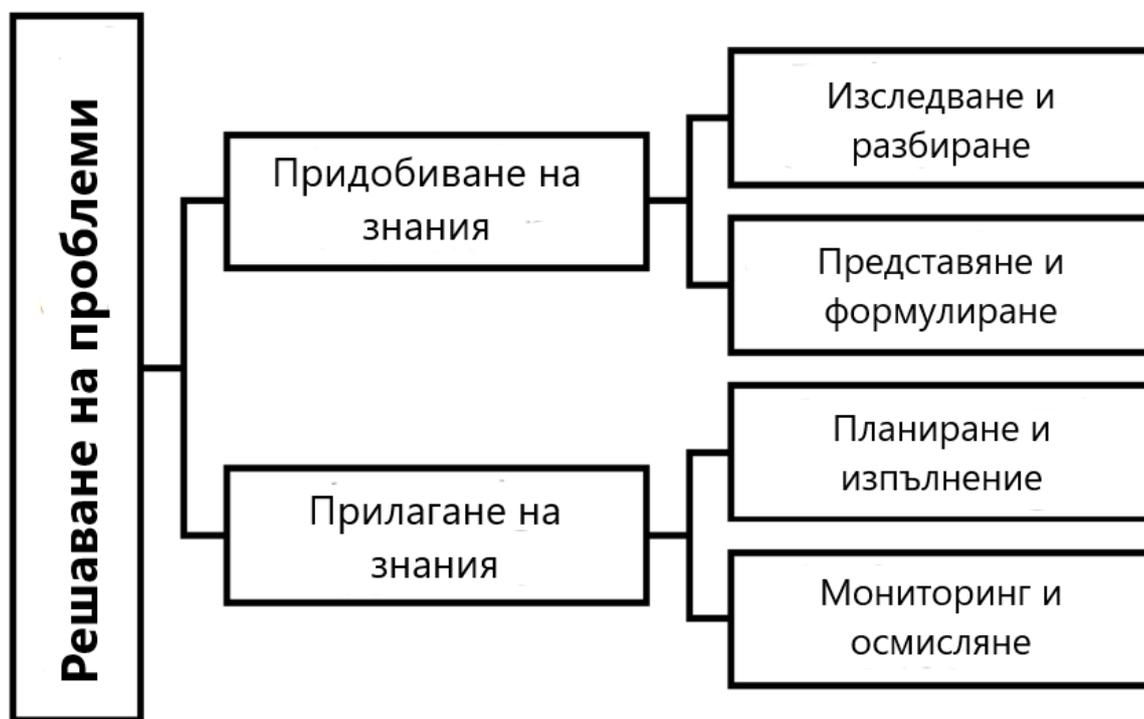
Според голяма част от концепциите умението за решаване на проблеми е процес, ориентиран към постигане на определена цел. Тоест тръгва се от първоначално състояние на проблема, като целта е да се достигне до желаното състояние на проблема, като няма предварително определени средства за постигане на целта (Mayer & Wittrock, 1996; OECD, 2003). Тази по-обща дефиниция е приета сред научната и образователната общественост, но съществуват разнообразни виждания относно контекста, съдържанието и типовете проблеми. Съществуват и класификации на умението за решаване на проблеми на базата на необходимото предварително познание, сложността на проблемите, дали задачите са добре дефинирани или недобре дефинирани задачи и също така дали фокусът е върху стратегиите за решаване или върху когнитивните процеси.

Същността на умението за решаване на проблеми също еволюира от парадигмите на образованието на 20-ти век към парадигмите на образованието на 21-ви век. Наблюдава се преход от абстрактни задачи към задачи, свързани с реални проблеми от ежедневието и също така има стремеж задачите да развиват у учениците уменията на 21-ви век (Dede, 2010). В последно време се наблюдава и свързване на концепциите за проблемното образование с концепцията за изследователския подход в образованието. Можем да направим и класификация на съдържателно-зависими (на английски content-dependent) проблеми и задачи и съдържателно-независими (на английски content-independent или content-free) проблеми и задачи. Съдържателно-зависимите задачи са тези, които за да бъдат решени, е необходимо познание в дадена област (тригонометрия, аналитична химия, термодинамика и т.н.). Успехът при решаването на такъв тип задачи е трудно да се определи, дали зависи от умението за решаване на проблеми, или от нивото на знания в дадената област. Защото без знания в дадената област не може да се достигне до решението, но от друга страна прилагането на общи стратегии при решаването на проблеми също има голямо влияние при достигането на решение. Съдържателно-независимите задачи са такъв тип задачи, за чието решение не се изисква познания в точно определена област. Такъв тип

задачи обикновено са базирани на уменията на ученика за логическо мислене и разсъждаване и прилагането на общи стратегии и планове на решения. Съдържателно-зависимите задачи обикновено оценяват колко добре ученикът е овладял даден материал и неговите способности да прилага преподадени модели и стратегии за решаване. Ако моделите и стратегиите за решаване са преподадени специфично за дадената тема или област, то тогава е възможно за учениците да бъде по-трудно да генерализират и от частното да преминат към общото. Ако моделите и стратегиите за решаване са преподадени по-общо без използването на конкретна тема, то тогава е възможно учениците да прилагат тези модели в различни области на познанието и да преминават от общото към частните случаи (Polya, 1945). Също така важна класификация на проблемите и задачите е, дали те се добре-дефинирани (на английски език well-defined) задачи и проблеми, или са недобре-дефинирани (на английски език ill-defined) задачи и проблеми. Добре-дефинираните проблеми са тези проблеми и задачи, за които целите и процедурите за достигане на решение са предварително ясни и дефинирани, а недобре-дефинираните задачи и проблеми са тези, при които има неяснота за целите и/или процедурите за достигането на решението (Davidson & Sternberg, 1998).

Известният унгарски математик Дьорд Пойа има огромен принос в развитието на теорията за решаване на задачи и проблеми. Според него при решаването на задачи и проблеми има четири последователни процеса (Polya, 1945). Това са разбиране на проблема, измисляне на план за решение, изпълняване на плана и преразглеждане и проверяване. Тези процеси дават една обща концепция за решаване на всякакъв тип задачи от различни области. През 2003 г. програмата PISA на организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР) включи в изследването си и уменията за аналитично решаване на проблеми. Аналитичното решаване на проблеми е решаване на проблеми, което може да изисква познания в дадена област. Концепцията за процесите при аналитичното решаване на проблеми бяха базирани на четирите процеса от теорията на Пойа, като съдържателната част беше фокусирана в областите математика и природни науки. Дефиницията за уменията за решаване на задачи беше: „индивидуалния капацитет да се използват когнитивните процеси за достигане на решения на задачи, които са реални и интердисциплинарни и

за които пътят за достигането до решението не е първоначално очевиден“ (OECD, 2003). Има два основни компонента при решаването на проблеми, както е показано на фигура 1.3.



Фиг. 1.3. Рамка за решаване на проблеми на PISA (2003, 2012)

Първият компонент е придобиването на знания. При него учениците трябва да развият добра представа за проблема и проблемната среда. Тоест те трябва да изследват проблема и обкръжаващата среда, да намерят как работи дадената система, и да добият познания за проблема, проблемната среда и за системата като цяло. Вторият компонент е прилагането на знания. При него учениците трябва да приложат придобитите знания, за да достигнат до решението на проблема. Тези два процеса на придобиване и на прилагане на знанието имат съответните подпроцеси. Подпроцесите на придобиването на знания са изследване и разбиране и представяне и формулиране. Подпроцесите на прилагането на знания са планиране и изпълнение и мониторинг и осмисляне.

Има образователни рамки и концепции, които предефинират процесите на Пойа, като обикновено ги разделят на подпроцеси. Предимствата на този подход са, че изследователите могат да дефинират и

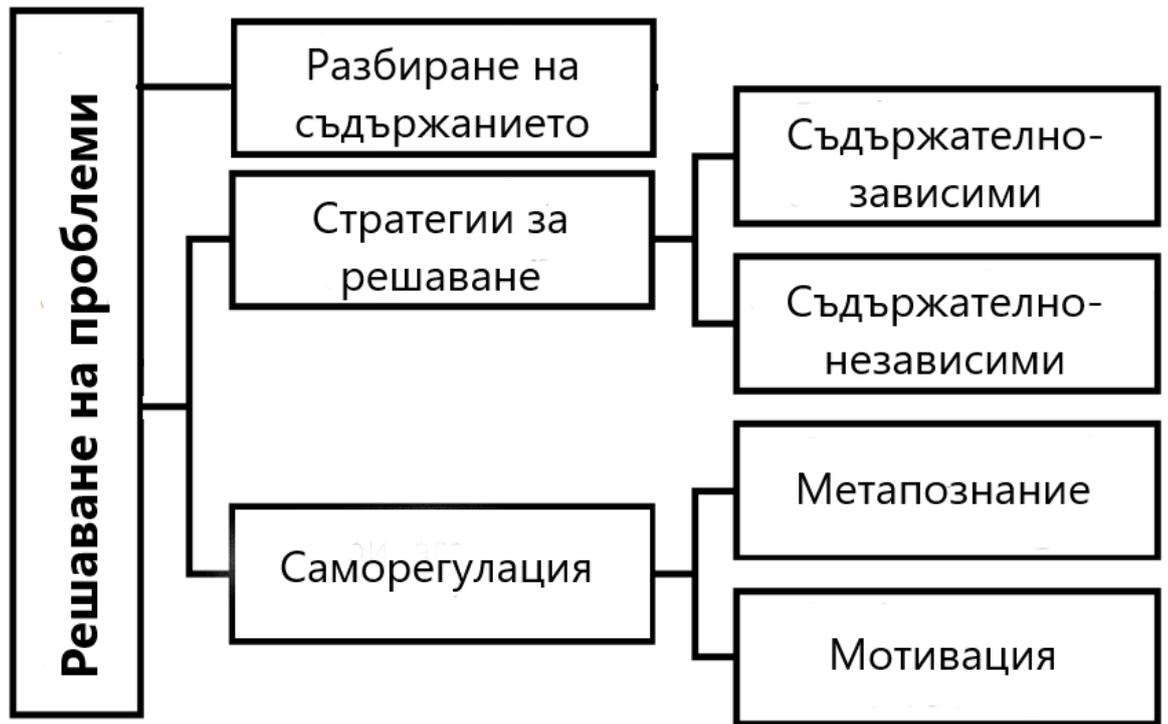
оценят по-конкретно стъпките за достигането до решение. По този начин могат да се изследват учениците подробно, да се установят техните силни и слаби страни и също така да се предложи методология за преодоляване на дефицитите на знания и умения у учениците. Дейвидсън и Щернбърг (Davidson & Sternberg, 1998) предлагат следните процеси при решаването на проблеми: идентифициране на проблема, формиране на вътрешна представа, формулиране на решение, планиране, избиране на стратегия и мониторинг на решението. Щернбърг предлага модел, наречен „цикъл на решаването на проблеми“, който включва следните процеси: идентифициране на проблема, дефиниране на проблема, избиране на стратегия, организиране на информацията, заделяне на необходимите ресурси, мониторинг на решението и оценяване дали решението е успешно (Sternberg, 1996). Идеята за цикъл е, че учениците могат да преминават през отделните етапи няколко пъти, докато не изберат определен подход за решението на проблема. Или например ученикът в етапа мониторинг може да установи, че не е доволен от решението. Тогава може да се върне да избере друга стратегия или да реорганизира информацията и ресурсите, с които разполага, с оглед да избере друг план за решение.

Според много изследователи метакогнитивните умения, включително саморегулацията и критичното мислене и отношение, играят важна роля в подобряването на резултатите при решаването на проблеми (Artzt & Armour-Thomas, 1992; Goos & Galbraith, 1996; Kramarski & Mevarech, 1997). Според Глейзър (Glaser, 1991) съществува силно положителна корелационна връзка между умението за решаване на проблеми и метакогнитивните умения. Други автори също подчертават силната връзка между метапознанието и умението за решаване на проблеми (Pellegrino, Chudowsky & Glaser, 2001). Шоенфелд (Schoenfeld, 1985) прави силна връзка между умението за решаване на проблеми и способността на ученика за саморегулация, което го поставя в контекста на самооценката на ученика и неговата вяра в способностите му. Също така предлага, че при отчитането на умението за решаване на проблеми, трябва да се отчетат, в каква степен задачата изисква задълбочени познания в дадена област и какво е нивото на владеене на тези знания от страна на ученика (Schoenfeld, 1999). Дейвидсън, Деюзър и Щернбърг предлагат решаването на проблеми да се разглежда като основано на следните процеси. Това са идентифициране и

дефиниране на проблема, ментално представяне на проблема, планиране на действията и оценяване на изпълнението и резултата (Davidson, Deuser & Sternberg, 1994). Гарофало и Лестър са създали рамка на решаването на проблеми, която съдържа четири категории. Това са ориентация, организация, изпълнение и верификация (Garofalo & Lester, 1985). Артц и Армур-Томас предлагат рамка за решаване на проблеми с осем категории. Тези категории са четене, разбиране, анализиране, изследване, планиране, имплементиране, верифициране и наблюдение и контрол (Artzt & Armour-Thomas 1992). Юмер и Елъртън правят ясно разграничение между уменията за решаване на проблеми и метакогнитивните умения. Но между тях има известна връзка, като част от подуменията в двете области се препокриват. Това води и до тази положителна корелационна връзка. В тяхната рамка за решаване на проблеми имаме следните процеси: ангажираност към проблема, формулиране и трансформиране, имплементиране, оценяване и интернализация (Yimer & Ellerton 2006).

Почти за всяко човешко действие и дейност ключов фактор е мотивацията. Затова съвсем логично е да си зададем въпроса каква е ролята на мотивацията на ученика при решаването на проблеми. Майер (Mayer, 1998) подчертава, че мотивацията заедно с постоянството и ангажираността на ученика са определящи фактори за възможността за успешно решаване на проблеми. Американският национален изследователски център за оценка на качеството, стандартите и изпитите в образованието (на английски език National Centre for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing, известен с акронима CRESST) отбелязва, че съвременното учене трябва да включва пет важни аспекта. Това са работа в екип, комуникация, разбиране на съдържанието, метапознание и уменията за решаване на проблеми. Тяхната дефиниция за решаването на проблеми е, че това е когнитивен процес за постигане на определена цел (решение на проблема), като пътят за достигането на дадената цел (решението на задачата) не е първоначално ясен и очевиден за ученика. Тази дефиниция се базира на дефиницията на Майер и Уитрок (Mayer & Wittrock, 1996). О'Нийл с подкрепата на центъра създава през 1999 концепция и рамка за компютърно базирана система за решаване на проблеми. Като методология се използват моделите на Глейзър, Рагхаван и Бакстер (Glaser, Raghavan & Baxter, 1992), Бакстер, Елдер и Глейзър (Baxter, Elder & Glaser,

1996), Съгрю (Sugrue, 1995) и Майер и Уитрок (Mayer & Wittrock, 1996) (O’Neil, 1999). Концепцията е една сред първите, която е предвидена да работи в компютърна среда. Методически тя се разделя на три основни дялове: разбиране на съдържанието, стратегии за решаване на проблема и саморегулация. Концепцията е показана на фигура 1.4.



Фиг. 1.4. Рамка за решаване на проблеми на CRESST (O’Нийл, 1999)

Разбирането на съдържанието е свързано с нивото на познание в дадената тематична област и също така със способността на ученика да разпознава взаимовръзките и да открива липсващите единици и да свързва отделните части на информацията в един завършен, интегриран продукт. Прилагането на стратегии за решаване на проблеми отразява нивото на владение на различните подходи при решаването на проблеми и способността на ученика да ги прилага. Като тези стратегии могат да бъдат в съдържателно-зависима и съдържателно-независима среда. Съдържателно-зависими стратегии за решаване ще бъдат свързани с точно определен предмет (например физика, математика, информатика и т.н.). Докато съдържателно-независимите стратегии ще бъдат по-абстрактни и ще бъдат генерализирани методи за прилагане на решения, които могат да се приложат в различни области. Саморегулацията се свързва със

способността на ученика да планува от какви ресурси се нуждае, да приложи необходимите умения и усилия и да осъзнава, оценява и да прави мониторинг на целия процес, докато решава задачата. Този аспект изисква умения като метапознание, планиране, мотивация, ефективност и саморегулация. Затова според О'Нийл доброто представяне на ученика в процеса на решаване на проблеми зависи както от доброто познаване на тематичната област и на общите и специфичните стратегии за решаване, но също така и от личната мотивация на ученика да се представи добре.

На фигура 1.5. е представено таблично сравнение на съдържанието на описаните рамки и концепции за решаване на проблеми. Различните рамки и концепции използват различна терминология. Но ако се вгледаме по-дълбоко в тази терминология, ще видим, че по своя характер рамките и концепциите се доближават и имат много повече сближаващи ги характеристики, отколкото различаващи ги характеристики. Интересно е да се добави, че нито една от рамките не дефинира умението за решаване на проблеми като самостоятелна единица, като самостоятелен конструкт. Всички рамки възприемат умението за решаване на проблеми като множество от стъпки или процеси. Например програмата PISA дефинира умението за решаване на проблеми като компетентност, а програмата ATC21S като процес, които се състои от подпроцеси.

Пойа, 1945	Гарофало и Лестър, 1985	Щернбърг, 1997	CRESST, О'Нийл, 1999	Грийф и Функе, 2009	PISA, 2003, 2012	ATC21S, 2013
Разбиране на проблема	Ориентация	Идентифициране и дефиниране на проблема	Разбиране на съдържанието	Извличане на информация	Изследване и разбиране	Анализ
Съставяне на план	Организация	Избиране на стратегия, организиране на информацията, заделяне на ресурсите	Избиране на стратегии	Създаване на модели и прогнози	Представяне и формулиране	Събиране на информация и управление на ресурсите
Изпълнение на плана	Изпълнение	Мониторинг	Прилагане на стратегиите	Изпълнение	Планиране и изпълнение	Систематичност и изпълнение
Оценка и проверка	Верификация	Оценка на успеха	Саморегулация	Оценка	Мониторинг и осмисляне	Мониторинг и оценка. Тестване на алтернативни хипотези

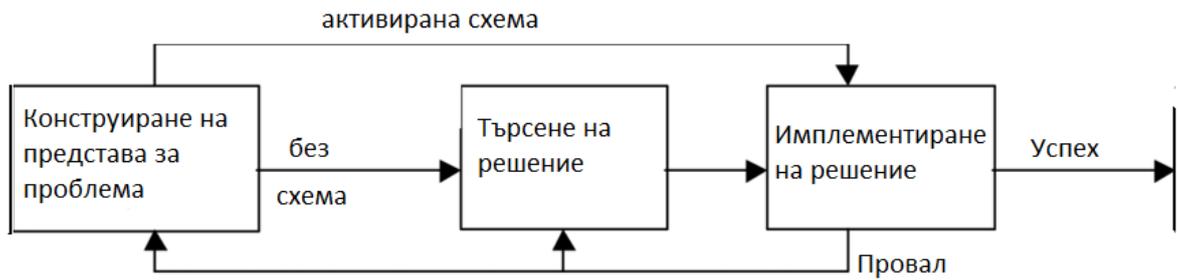
Фиг. 1.5 Сравнение на рамките и концепциите за решаване на проблеми

Разбирането на стратегиите, които прилагат учениците в процеса на решаване на задачи, ще помогне за по-пълното разбиране на процесите, свързани с обработката на информация в пространството на задачата (множеството от възможни състояния на задачата). Пространството на задачата включва всички възможни състояния на задачата, които ученикът може да си представи (Zoanetti, 2010). Тук е интересно да споменем, че при използването на компютърна среда, ние постигаме много по-голяма контролируемост на средата. И освен това може да записваме всяко едно действие на ученика, докато решава задачата. Това позволява по-прецизно дефиниране на факторите, които влияят по време на решаването на задачите.

Евристичните методи като методи за решаване на задачи са описани от Пойа (Polya, 1945). Има голямо разнообразие от евристичните методи, например анализ на средствата и целите, обратна индукция, опростяване на модела, генерализиране на модела, проба-грешка, аналогия, симулация, визуализиране, които въведени подходящо от учителя, допринасят за подобряване на уменията на ученика за решаване на проблеми (Anderson, 1990; Crawl, Kaminsky, & Podell, 1997; Klein & Crandall, 1995; Polya, 1945; Glaser, 1986). Шоенфелд (Schoenfeld, 2013) подчертава важната роля на учителя, които може да помогне значително на ученика да подобри уменията си за прилагане на евристични методи при решаването на задачи и проблеми. Според Нюъл и Саймън (Newell & Simon, 1972) при процеса на решаване на проблеми имаме две редуващи се фази: разбиране и търсене. Фазата на разбиране се определя от предишните знания на ученика по дадената тема и също така при изследването на проблема. Прилагането на стратегия и действия за решаването на даден проблем по схема се приема, че е свързано с вече получени знания, които могат да бъдат фактически, концептуални, процедурни или метапознавателни. Маршал (Marshall, 1995) дефинира схемата, като рамка, скица или план за осъществяване на процеса на решаване на задача. Учениците изграждат схема като се базират на предишния си опит при решаване на подобни задачи. На базата на получените знания, получени при решаването на подобни задачи, учениците правят своите планове, стратегии и изводи при решаването на новите задачи. Обикновено използването на схеми при решаването на задачи се среща при съдържателно-зависимите задачи. Обикновено при

тях, ако ученикът има опит с решаването на задачи от дадената област, е по-лесно да направи аналогия и да използва вече използвани модели на решението. Когато ученикът няма опит с решаването на задачи, подобни на новата задача, тогава се появява необходимостта от проучвателната фаза или още фазата на търсене. Успешното завършване на фазата на проучване също изисква от учениците да проявяват своите умения за разсъждения. В тази фаза познавателната област у ученика отстъпва и на преден план излизат общите умения на ученика за разсъждения и съобразяване. Следователно уменията на ученика да прилага проучвателната фаза са ключови при решаването на нестандартизирани задачи, които са съдържателно-независими и също така задачи с непознат до този момент контекст (O'Neil, 1999; Pellegrino, Chudowsky & Glaser, 2001). При съдържателно-независимите задачи се постига в по-голяма степен измерване на уменията за решаване на задачи, тъй като влиянието на необходимите знания в дадената област е минимизирано.

Гик (Gick, 1986) също прави ясно разграничение между базираното на схема решение и решението, базирано на проучвателна фаза. Според него процесът на решаване на проблем започва с конструирането на представа за проблема. След това, ако ученикът има предишен опит с подобни задачи, е възможно да се „активира“ схема за решение, което ще доведе до директно имплементиране на решението. Ако ученикът реши задачата, процесът завършва. Ако ученикът не реши задачата, прилагайки схемата, тогава той се връща в първоначалната фаза. Реконструира представата си за проблема на базата на вече придобития опит от неуспешното решаване на проблема. Ако ученикът не „активира“ друга схема за решение на проблема, той навлиза в проучвателната фаза и започва да търси решение на проблема. Имплементира намереното решение и ако е решил задачата, процесът приключва. Ако отново имаме неуспех, ученикът може отново да се върне и да конструира нова представа за проблема или да остане със същата представа за проблема, но да търси друго решение, което да приложи. Схемата е показана на фигура 1.6.



Фиг. 1.6. Диаграма на Гик за решаване на проблеми

Има множество методики за оценяване на уменията за решаване на проблеми. Едно разграничение е на базата, дали се интересуваме само от продукта (отговора на задачата), или също така искаме да отчетем и процеса до достигането на решението. Има методики, които се основават на докладвания от ученика процес на достигането на решение, за да могат да оценят уменията на ученика да решава проблеми. Като цяло методи базирани изцяло на докладването от ученика не се смятат за достатъчно достоверни и трябва да бъдат потвърдени и от друга методология за оценяване.

С навлизането на компютърните системи в образованието имаме достъп до по-голямо количество информация, което ни позволява по-лесно и по-бързо да изграждаме определени хипотези и след това да ги тестваме. Колкото повече знаем за процеса на решаване на проблема от ученика, толкова по-добре можем да направим хипотеза за неговото равнище на уменията за решаване на проблеми и толкова по-добре можем да направим оценка на различните компоненти, свързани с процеса на решаване на проблеми. Например ученици, които имат по-високо умение за решаване на проблеми, би трябвало по-бързо да намират и да се ориентират в дадената информация. По този начин идентифицирането и оценяването на отделните компоненти на решаването на проблеми ни позволява да изградим профил на отделния ученик с неговите силни и слаби страни при решаването на проблеми, което от своя страна ще позволи учителя с подходящо избрана методология да подобри уменията на ученика да решава проблеми.

В много методологии за оценка на дадено умение времето за извършване на определена дейност се смята като пряк измерител за нивото на владение на даденото умение (Dandurand, Shultz & Onishi, 2008). Нюел

и Саймън (Newell & Simon, 1972) определят броя на стъпките, които правят учениците, за да решат даден проблем, също като ключов индикатор за определяне на нивото на владееене на даденото умение. Също така броят на излишните действия или на повтарящите се грешки също така са индикатор за нивото на владееене. Използването на компютърно-базирани системи за оценка на дадено умение ни позволяват да засечем както времето за изпълнение на дадената задача, така и броят на стъпките до достигането на решението.

Според изследванията учениците, които имат високо владееене на умението за решаване на проблеми, са способни да правят качествен анализ на проблема, имат добри саморегулиращи се способности, разбират своите силни и слаби страни, могат да адаптират различни методи и стратегии за решаване на проблема и могат да правят интерпретация на проблема и на резултатите (Chi, Glaser, & Farr, 1988; Lester, 1994; Gerace, 2001). От друга страна учениците със слабо представяне на умението за решаване на проблеми, трудно изграждат концепция за проблема, трудно им е да определят какво знаят и какво не, обикновено могат да приложат само един метод или стратегия за решаване на проблема и обикновено нямат друг план за решаване на проблема (Gerace, 2001).

Учениците с високи умения за решаване на проблеми прекарват повече време в изграждането на концепции, планове и стратегии за решаването на проблема, за да се уверят, че техният подход ще доведе до решаването на проблема (Newell & Simon, 1972; Schacter, Herl, Chung, Dennis, & O'Neil, 1999). Също така учениците с високи умения в решаването на проблеми успяват да навлязат в по-голяма дълбочина в същността на проблема и по-трудно губят концентрация при решаването на задачата (Lester, 1994).

Разбирането кои характеристики изграждат успешното решаване на проблеми и също така кои процеси и действия отличават успешното от неуспешното решаване на проблеми, не само ще спомогнат за създаването на методология за обучение и оценяване, но също така и пряко ще помогнат на учителя в процеса на идентифициране на уменията на учениците да решават проблеми и също така в подобренето на тези умения.

С навлизането на информационните и комуникационните технологии в образованието се появили и нови методологии на решаването на

проблеми. При тях обикновено се стъпва на изградената методология, но се добавят елементи, свързани с ИКТ. Такива примери са „комплексно решаване на проблеми“, „креативно решаване на проблеми“, „динамично решаване на проблеми“ и „интерактивно решаване на проблеми“. Обикновено тези методологии са много сходни и понякога дори се използват като синоними (Leutner & Wirth, 2005). При тях се набляга на решаването на проблеми от реалния живот и се използват ИКТ среди за работа. Едно от предимствата на ИКТ средите в сравнение с хартиената среда за работа е, че те позволяват много по-голяма интерактивност. Тоест ученикът може да изпробва различни състояния на системата, като променя параметрите на системата, и по този начин да прави изводи за нейното функциониране. Това е особено подходящо например при така наречения „изследователски подход в обучението“ (на английски език Inquiry-Based Learning). При него ученикът изгражда различни хипотези и също така причинно-следствени връзки. На базата на компютърни симулации проверява тези хипотези и причинно-следствени връзки и прави изводи за функционирането на системата и за възможностите за нейното модифициране, за да се достигне до желаното състояние и решение. Другото голямо предимство на компютърно-базираните среди е възможността да се проследи всяко действие на ученика и по този начин да се изгради пълен и цялостен профил на процеса на решение на проблема от страна на ученика.

Терминът комплексни проблеми обозначава по-трудни проблеми. Тези проблеми не могат да се решат в една или две стъпки, а изискват създаването на алгоритъм на решението. Също така в повечето случаи са интердисциплинарни или поне обхващат няколко области и теми. В голямата си част спадат към така наречените недобре-дефинирани задачи, тоест самото условие на задачата не указва очевидно и директно стъпките за достигането на решение. Ученикът трябва да осмисли проблема, да изгради концепция и визуализация. След което трябва да изгради хипотези и да пристъпи към план за изследване на проблема. В процеса на работа и взаимодействие със средата ученикът отхвърля или приема първоначалните хипотези. След като установи как работи изследваната система, прави заключения. Накрая поставя системата в желаното

състояние чрез правилно подобранияте параметри на изследването (Dörner, 1986; Brehmer & Dörner, 1993; Funke, 2001; Funke, 2010).

През 2012 PISA включи модул за изследване на уменията на учениците да решават проблеми с името „Творческо решаване на проблеми“ (на английски език “Creative problem solving) (PISA 2012 Results). Терминът „творчески“ трябва да се разбира в смисъла, описан в горния параграф. Тоест проблемите са от реалния живот, не са тясно предметни задачи. Средата е компютърна и позволява на ученика да експериментира с нея, като променя различните параметри на системата, като по този начин ученикът може да изгради представа за системата и да направи план за решение на казуса. Преди това в проекта ATC21S Зоанети (Zoanetti, 2010) създаде редица компютърно-базирани упражнения за решаване на проблеми под формата на игри и пъзели. Калингъм и Грифин (Callingham & Griffin, 2001) също създават подобна методология с компютърно-базирани среди на проблемите. Но при тях фокусът не е върху полученото решение, а върху процеса на достигане на решение. При тях всяка стъпка на ученика се записва в log файлове. След което тези файлове се анализират и се опитват от тях да изведат необходимата информацията, която да покаже процесите и етапите при решението на задачата, например прилагане на стратегията опит-грешка или опит за извеждане на взаимовръзки и т.н. Този подход е интересен, но основният недостатък е, че за да се анализират тези данни първо отнема много време на задание и второ е необходимо да има опитен експерт, който да анализира тези данни.

Предвид многообразието от изследвания на компетентността за решаване на проблеми и различния времеви период на тези изследвания е нормално да има различия в методологиите. Но въпреки това ние видяхме, че същността е много близка в различните методологии. Всяка една съвременна рамка за обучение на уменията на 21-ви век включва компетентността за решаване на проблеми като ключов стълб в изграждането на съвременните ученици. Следователно в образователните системи е необходимо компетентността за решаване на проблеми да присъства съществено.

Дефиниране на компетентността екипно решаване на проблеми и сравнение между съществуващите основни рамки

Екипното решаване на проблеми се превърна в съществена част от научната литература и изследвания, посветени на уменията на 21-ви век (Griffin, McGaw & Care, 2012). Доказано е, че екипното решаване на проблеми подобрява развитието на когнитивните умения у ученика (Webb, Nemer, Chizhik, & Sugrue, 1998; Zhang, 1998). Екипното решаване на проблеми допринася за подобряване на уменията на учениците за тяхната отговорност и самоотчетност, за способността им да задават подходящи въпроси, да уточняват получените отговори, за способностите им за компромис и за вземане на колективни решения (Baghaei, Mitrovic & Irwin, 2007, Soller 2001; Webb et al.1998). В областта на образованието екипното решаване на проблеми е изучавано в предметите от природните науки, обществените и хуманитарните науки, технологиите, инженерните дисциплини и математиката (O'Neil et al., 2004, Pazos, Micari & Light, 2010). Разбира се има и много изследвания, които показват ползите от екипното решаване на проблеми и в областите медицина, право, маркетинг, програмиране (Rummel & Spada, 2005; Arts, Gijsselaers, & Segers, 2006). Има и изследвания, които показват важността на екипното решаване на проблеми и в онлайн среда, като изследванията изследват проблема в неговата технологична, организационна, образователна и психологическа страна (Rummel & Spada, 2005). Любопитен факт е, че има методология за обучение на военни в екипно решаване на проблеми в Тайван (Liao & Ho, 2008). Този пример показва широкото използване на екипното решаване на проблеми в различни области, както на познанието, така и на ежедневиия и стопанския живот. Изследванията показват, че често специалисти, които работят сами, често изпитват трудности при работата в екип и често се нуждаят от допълнително обучение, за да могат да работят ефективно в екип (Rummel & Spada, 2005). Екипното решаване на проблеми също така е ефективен метод и за придобиване на специфични, професионални умения (Arts, Gijsselaers, & Segers, 2006).

Социалното взаимодействие подобрява възможностите на учениците за разбиране. Дискусията с други ученици допринася за по-пълното

формулиране и разбиране на същността на проблема (Van Boxtel, Van der Linden, Kanselaar, 2000). Има теории, подкрепени с научни доказателства и признати от голяма част от научната общественост, че социалното взаимодействие с други хора е ключов фактор в обучението, в развитието на когнитивните способности и в уменията за решаване на проблеми (Vygotsky, 1986; Wittrock, 1989). Изследванията показват, че учениците обработват информацията по различен начин, когато работят в екип и когато работят самостоятелно (King, Rohani & Goodson, 1997). Дейностите, свързани с екипната работа, като задаване на въпроси, търсене на обратна връзка и дискусиите могат да допринесат за това ученик, който не може да реши определени задачи самостоятелно, да може да ги реши при екипна работа (King, Rohani & Goodson, 1997). Лев Виготски се смята за един от основоположниците на теорията за ползите от взаимодействието с други хора и важността на това взаимодействие за развитието на отделната личност (Vygotsky, 1978, 1986). Социалното взаимодействие, докато се решават сложни задачи и проблеми, може да повиши количеството на идеите и качеството на разбирането на проблема в сравнение с индивидуалната работа на ученика (PISA 2015: Draft Collaborative Problem Solving Framework). Според Глейзър (Glaser, 1992) поставянето на учениците в определен социален контекст повишава ефективността при придобиването на уменията за решаване на проблеми. Също така когато учениците работят в екип, за да решат определен проблем, те успяват да се фокусират върху проблема по-успешно, да изградят представа за проблема и самият процес на решаване на проблема става по-управляем (Darling-Hammond, 2003).

Въпреки че екипното решаване на проблеми е признато като ключово умение и компетентност и част от уменията и компетентностите на 21-ви век, в научната литература има сравнително малък на брой дефиниции и определения. Ще представим две дефиниции, които са общопризнати от експертите и научната общественост като валидни. Първото определение е на глобалния проект за оценяване и преподаване на уменията на 21-ви век (на английски ATC21S) от Хесе, Кеър, Будер, Сасенбърг и Грифин (Hesse, Care, Buder, Sassenberg, Griffin, 2015):

„Екипното решаване на проблеми е съвместна дейност, при която двама или повече участника полагат общи усилия за достигане на

споделена цел. Всеки участник допринася със знанията, уменията и ресурсите, с които разполага. Всеки участник зависи от другите участници, възползва се от ресурсите на другите участници и допринася с изпълнението на определените му задачи за постигането на общата цел.“

Другата дефиниция е от международното проучване на PISA от 2015 година (PISA 2015 Results). PISA дефинира компетентността за екипно решаване на проблеми като:

„способността на ученика ефективно да участва в дейности за решаване на проблеми съвместно с един или повече партньори, като споделя знания, умения, разбираня и усилия за постигане на определен резултат.“

Ще направим сравнение между тези две рамки за екипно решаване на проблеми. В сравнението ще включим и рамката на CRESST (National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing), която е адаптирана от рамката на О’Нийл, Чуанг и Чунг (O’Neil, Chuang & Chung, 2004).

Рамката предложена от ATC21s дефинира умението за екипно решаване на проблеме като умение, което се състои от два аспекта, две измерения (Hesse, Care, Buder, Sassenberg, Griffin, 2015). Първият аспект е социалният аспект, тоест екипността и множеството от всички умения, които дефинират общото умение за работа в екип. Вторият аспект е когнитивният аспект, тоест умението за решаване на проблеми и множеството от всички умения и подумения, които дефинират общото умение за решаване на проблеми. Рамката е представена на фигура 1.7. Според авторите тази рамка е създадена на базата на изследователския опит от различни сфери като образование и психология и от моделите и изследванията за екипна работа и умението за решаване на проблеми. Социалният аспект, който отговаря за екипната работа, се разделя на три групи. Това са участие, отчитане на перспективите и социална регулация. Под участие може да се разбира ангажираността на ученика с решението на проблема. Това включва неговата активност по време на решаването на задачата, неговото постоянство и неговото взаимодействие с другите участници в екипа. Отчитането на перспективите отговаря в най-голяма степен за отчитането на отделните подпроцеси, тяхната оценка и взаимовръзка.



Фиг. 1.7. Рамка за екипно решаване на проблеми ATC21S

Социалната регулация се отнася за регулацията на самия процес по решаването на задачата и регулацията на взаимоотношенията между отделните участници в екипа. Социалната регулация най-силно се проявява при наличието на конфликтни ситуации. Тогава ученикът трябва да прояви умения за преговаряне, преодоляване на конфликти и обединяване на различни идеи в една обща и споделена стратегия за изпълнение на задачата. Когнитивният аспект е свързан с умението за решаване на проблеми. Когнитивният аспект се разделя на две групи. Това са регулиране на задачата и изграждане на познание. Групата регулиране на задачата включва в себе си уменията и способностите на ученика да анализират проблема, да задават цели и подцели, да събират информация за дадения проблем и да управляват ресурсите, с които разполагат. Групата изграждане на познание включва в себе си уменията и способностите на ученика от вече събраната информация да направи логически връзки, да сформира обща представа за проблема и стъпките за неговото решаване, да намира причинно-следствената връзка и да оценява получените резултати.

PISA използва компонентен подход при изграждането на тяхната рамка. Според тях компетентността екипно решаване на проблеми (в тяхната терминология е решаване на проблеми в сътрудничество) се състои от два компонента (вектора). Това са умението за решаване на проблеми и умението за колаборация (тоест умението за екипна работа). За вектора

умение за решаване на проблеми те използват методологията си от предишното изследване през 2012 година, наречено „творческо решаване на проблеми“. Те определят четири процеса, които изграждат уменията за решаване на проблеми. Това са изследване и разбиране, представяне и формулиране, планиране и изпълнение и оценяване и обратна връзка.

Компетентността (способността) на ученика за колаборация се изгражда от три подкомпетентности. Това са формиране и поддържане на споделено разбиране за същността на проблема, предприемане на подходящи действия за решаване на проблема и организиране и поддържане на екип. Под компетентността формиране и поддържане на споделено разбиране се разбира способността на ученика да идентифицира силните и слабите си страни, силните и слабите страни на отделните членове на екипа и на екипа като цяло и способността да се установи споделена представа и визия за проблема. Предприемане на подходящи действия за решаване на проблема се отнася главно до способността на учениците да определят стъпките за решение на проблема и да стигнат до обща стратегия. Това включва създаване на план за изпълнение, неговото изпълнение и мониторинг на отделните стъпки при решаването на проблема. Тук се проявяват комуникационните умения на ученика, например уменията за преговори, за достигането на обща визия, уменията за обясняване и убеждаване и също така способността да се вслушваш и да приемаш други мнения и позиции. Организиране и поддържане на екип включва в себе си способността на ученика да разбира каква роля има в екипа, какви са неговите задължения и отговорности и съответно права. Също така способността да се поддържа вече изградената структура, успешното преодоляване на трудностите по изпълнение на подзадачите, поддържане на комуникацията между членовете на екипа и оценката за изпълнението на отделните подзадачи от членовете на екипа и на самия проблем като цяло.

На фигура 1.8. е представена компетентността решаване на проблеми в сътрудничество според PISA. Тази компетентност е представена като матрица, която е продукт от двата вектора уменията за решаване на проблеми и компетентността за екипна работа. По този начин образуваната матрицата се състои от 12 умения, които изграждат компетентността за решаване на проблеми в сътрудничество.

	(1) Формиране и поддржане на споделено разбиране за същността на проблема	(2) Предприемане на подходящи действия за решаване на проблема	(3) Организиране и поддржане на екип
(А) Изследване и разбиране	(А1) Разбиране на представите и способностите на членовете на екипа	(А2) Разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите	(А3) Разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема
(Б) Представяне и формулиране	(Б1) Формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема	(Б2) Дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени	(Б3) Определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация (общуване/правила на участие)
(В) Планиране и изпълнение	(В1) Обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема	(В2) Предлагане на план за действие	(В3) Спазване на приетите правила за участие в екипа
(Г) Мониторинг и осмисляне	(Г1) Мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема	(Г2) Мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема	(Г3) Мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък

Фиг. 1.8. Матрица на уменията, които формират съвместното решаване на проблеми.

Рамката за оценяване на уменията на учениците за екипно решаване на проблеми от CRESST обединява в един общ модел, моделите за екипна работа и за решаването на проблеми (O'Neil, Chuang & Chung, 2004). Моделът за работа в екип се състои от шест умения. Това са адаптивност, координация, вземане на решения, лидерство, междуличностни и комуникационни умения (O'Neil, Chung & Brown, 1997). Моделът за решаване на проблеми се състои от разбиране на съдържанието и темата, прилагане на стратегии за решаване на проблема и саморегулация (O'Neil, 1999). На фигура 1.9. е представено сравнение между различните рамки за екипно решаване на проблеми, използвани от ATC21S, PISA и CRESST (Scoular, 2017).

Друга рамка за оценяване на уменията за екипно решаване на проблеми е разработена от организацията Educational Testing Service (ETS).

Тяхната рамка е доста по-различна от описаните по-горе. Те оценяват статистически и правят сравнение на способността на ученика да решава индивидуално проблеми и способността му да решава проблеми екипно (von Davier & Halpin, 2013). Ученикът първо решава самостоятелно определено количество задачи от даден тип. След това ученикът решава подобни проблеми заедно с друг ученик, тоест имаме решаване на проблеми по двойки. Може екипите да бъдат и от повече участника, но тогава обработката на данни се усложнява. Отчитат се резултатите от индивидуалната работа и от екипната работа и се сравняват. На базата на сравнението се получава оценка за способността на ученика да решава проблеми в екип.

CRESST	PISA	ATC21S
	Спазване на приетите правила за участие в екипа	Действие
Комуникация	Обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема	Взаимодействие
		Изпълнение на задачата
Междупличностни контакти	Разбиране на представите и способностите на членовете на екипа	Отзивчивост
	Разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема	Осведоменост за екипа
	Формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема	Преговаряне
Саморегулация		Самооценка

	Дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени	Трансактивна памет („групов ум“)
Координация	Определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация (общуване/правила на участие)	Отговорност
Разбиране на съдържанието и темата	Разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите	Анализ на проблема
Вземане на решения	Предлагане на план за действие	Поставяне на цели
		Управление на ресурсите
Адаптивност	Мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък	Гъвкавост
		Събиране на информация
Изпълнение на стратегиите		Систематичност
		Установяване на връзки
	Мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема	Причинно-следствени връзки

	Мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема	Мониторинг и оценка
		Решение

Фиг. 1.9. Сравнение между рамките за екипно решаване на проблеми на CRESST, PISA и ATC21S.

Решаването на проблеми в PISA 2012 и българското участие

Ще разгледаме резултатите от международното изследване PISA през 2012 на българските ученици. Данните са от центъра за оценяване в предучилищното и училищното образование в докладите „Предизвикателства пред училищното образование“ (ЦОПУО, 2013) и „Оценяване на компетентността да се решават проблеми в PISA 2012“ (Светла Петрова, 2014). Общо в изследването са участвали 510 000 ученици от 65 държави. Изследването обхваща четивната грамотност, природни науки и математика. Акцентът през 2012 е бил върху математиката. Освен тези три модула е имало и модул за изследване на уменията за решаване на проблеми. В България изследването е било проведено през месеците април и май на 2012г. Участвали са общо 5280 ученика от 188 училища от цялата страна. Учениците са били от 7 до 10 клас. Най-голям е процентът на учениците от 9 клас, те са били 91,2 процента. Момчетата са били 48 процента, а момчетата – 52 процента. Имало е представители на всички видове училища (прогимназиално, гимназиално непрофилирано, гимназиално профилирано и гимназиално професионално), за да бъде изследването пълно. Структурата на теста за решаване на проблеми включва три отделни компонента: проблемна ситуация, когнитивни процеси и контекст на проблема. Проблемната ситуация се определя като статична, когато цялата информация, необходима за решаване на проблема, е представена в условието на задачата. Интерактивна е такава ситуация, при която ученикът трябва сам

да открие част от информацията, необходима за решаването на проблема, чрез изследване на самата проблемна ситуация.

Изследването на PISA разделя решаването на проблеми на четири познавателни процеса. Това са изследване и разбиране, представяне и формулиране, планиране и изпълнение и контрол и осмисляне. Процесът изследване и разбиране включва изучаване на проблемната ситуация чрез наблюдение и взаимодействие, търсене на информация, разбиране на ограниченията и възможностите за решаването на проблема, както и разбиране на степента, до която дадената и откритата информация може да послужи при решаването на проблема. Процесът представяне и формулиране означава учениците да могат да работят с различни по вид данни. Тези данни могат да бъдат в текстов, графичен и диаграмен вид. Учениците също така трябва да могат да формулират хипотези за произхода на проблема и неговата същност. Процесът планиране и изпълнение означава както дефиниране на цел, съставяне на план и стратегия за атакуване на проблема, така и самото изпълнение на плана за действие. Процесът контрол и осмисляне означава учениците да могат да наблюдават процесите по решаването на проблема. На всеки етап от решението да могат да правят рекапитализация и равносметка на напредъка. При необходимост да променят плана и да въведат необходимите корекции. Да могат да осмислят резултата и да могат да съпоставят резултата с данни от реалния живот. Тоест да могат да направят оценката дали моделът и резултатите от модела са в синхрон с реалните данни от живота или влизат в противоречие. На таблица 1.2. е показано разпределението на задачите от модул решаване на проблеми въз основа на познавателния процес, данните са взети от ЦОПУО (Светла Петрова, 2014).

Проблемна ситуация	Познавателен процес			
	Изследване и разбиране(10 въпроса)	Представяне и формулиране (9 въпроса)	Планиране и изпълнение(16 въпроса)	Контрол и осмисляне(7 въпроса)
Статична (15 въпроса)	5	2	6	2

Интерактивна (27 въпроса)	5	7	10	5
---------------------------	---	---	----	---

Таблица 1.2. Разпределение на въпросите от модул решаване на проблеми в PISA 2012, източник ЦОПУО

При тестването на PISA имаме даден източник на информация. За този източник на информация се задават няколко въпроса, които са групирани в един проблем. Компютърният тест за оценка на способностите на учениците да решават проблеми включва 16 задачи, съдържащи 42 въпроса, разделени в четири групи. За решаването на задачите от една група са предвидени 20 минути. Всеки ученик отговаря на въпросите в две групи, следователно продължителността е точно 40 минути. Конкретно в модула за решаване на проблеми участваха 2122 ученици от 186 училища, а максималният брой ученици от едно училище е бил 14.

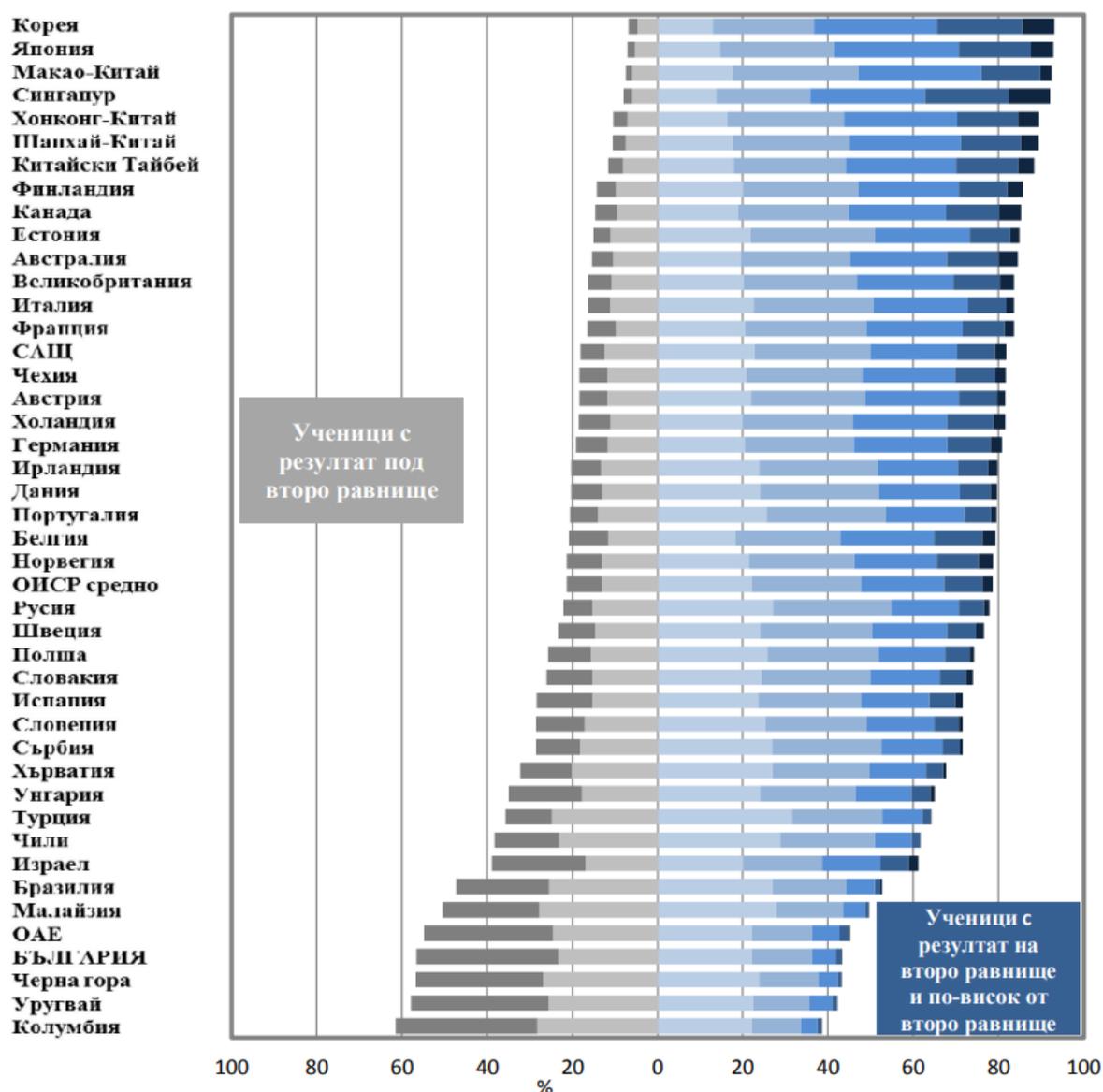
Среден резултат (в точки)	Държава/регион	Държави/региони, средният резултат на които не се отличава съществено от средния резултат на държавата/региона във втората колона
562	Сингапур	Корея
561	Корея	Япония, Сингапур
552	Япония	Корея
540	Макао-Китай	Хонконг-Китай, Шанхай-Китай
540	Хонконг-Китай	Китайски Тайбей, Макао-Китай, Шанхай-Китай
536	Шанхай-Китай	Хонконг-Китай, Китайски Тайбей, Макао-Китай
534	Китайски Тайбей	Хонконг-Китай, Шанхай-Китай
526	Канада	Великобритания, Финландия, Австралия
523	Австралия	Великобритания, Финландия, Канада
523	Финландия	Великобритания, Австралия, Канада
517	Великобритания	САЩ, Естония, Финландия, Германия, Австрия, Чехия, Франция, Австралия, Канада, Белгия, Холандия, Италия
515	Естония	САЩ, Великобритания, Германия, Чехия, Франция, Холандия, Италия
511	Франция	САЩ, Великобритания, Естония, Германия, Австрия, Чехия, Белгия, Холандия, Норвегия, Италия
511	Холандия	САЩ, Великобритания, Естония, Германия, Австрия, Чехия, Франция, Белгия, Норвегия, Италия
510	Италия	САЩ, Великобритания, Естония, Германия, Австрия, Чехия, Франция, Белгия, Холандия, Норвегия
509	Чехия	САЩ, Великобритания, Естония, Германия, Австрия, Франция, Белгия, Холандия, Норвегия, Италия
509	Германия	САЩ, Великобритания, Естония, Австрия, Чехия, Франция, Белгия, Холандия, Норвегия, Италия
508	САЩ	Великобритания, Естония, Германия, Австрия, Чехия, Франция, Ирландия, Белгия, Холандия, Норвегия, Италия

508	Белгия	САЩ, Великобритания, Германия, Австрия, Чехия, Франция, Холандия, Норвегия, Италия
506	Австрия	САЩ, Великобритания, Германия, Чехия, Франция, Ирландия, Белгия, Холандия, Норвегия, Италия
503	Норвегия	САЩ, Германия, Австрия, Чехия, Франция, Ирландия, Белгия, Холандия, Дания, Португалия, Италия
498	Ирландия	САЩ, Австрия, Швеция, Дания, Португалия, Норвегия
497	Дания	Швеция, Ирландия, Португалия, Норвегия, Русия
494	Португалия	Швеция, Ирландия, Дания, Норвегия, Русия
491	Швеция	Полша, Словакия, Ирландия, Дания, Португалия, Русия
489	Русия	Полша, Словакия, Швеция, Дания, Португалия
483	Словакия	Полша, Швеция, Испания, Словения, Русия
481	Полша	Словакия, Швеция, Испания, Словения, Сърбия, Русия
477	Испания	Полша, Словакия, Словения, Хърватия, Сърбия
476	Словения	Полша, Словакия, Испания, Сърбия
473	Сърбия	Полша, Испания, Словения, Хърватия
466	Хърватия	Унгария, Израел, Испания, Сърбия
459	Унгария	Турция, Израел, Хърватия
454	Турция	Унгария, Израел, Чили
454	Израел	Турция, Унгария, Чили, Хърватия, Кипър
448	Чили	Турция, Израел, Кипър
445	Кипър	Израел, Чили
428	Бразилия	Малайзия
422	Малайзия	Бразилия
411	Обединени арабски емирства (ОАЕ)	Уругвай, България, Черна гора
407	Черна гора	Уругвай, България, Обединени арабски емирства (ОАЕ)
403	Уругвай	България, Обединени арабски емирства (ОАЕ), Черна гора, Колумбия
402	БЪЛГАРИЯ	Уругвай, Обединени арабски емирства (ОАЕ), Черна гора, Колумбия
399	Колумбия	Уругвай, България

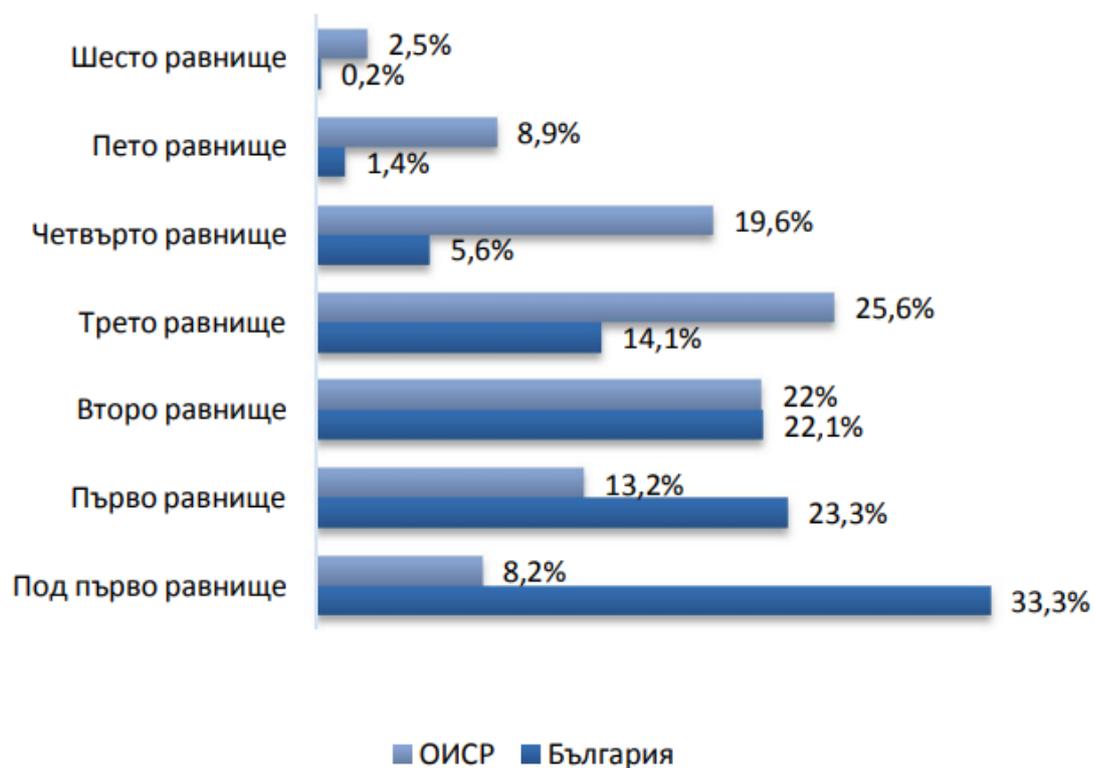
Таблица 1.3. Средните резултати на учениците от модул решаване на проблеми, източник ЦОПУО.

На таблица 1.3. са представени резултатите на учениците от модул решаване на проблеми. Вижда се, че българските ученици заемат предпоследно място в класацията. Но освен общите точки нека да разгледаме и разпределението по отделните равнища на оценка на компетентността решаване на проблеми. Изследването на PISA разделя на седем равнища степента на овладяване на компетентността решаване на проблеми. Скалата се състои от следните равнища: шесто, пето, четвърто, трето, второ, първо и под първо равнище. Учениците на шесто равнище имат най-високо ниво на овладяване на компетентността решаване на

проблеми, а учениците под първо равнище имат най-ниско ниво на овладяване на компетентността решаване на проблеми. На фигура ... и фигура ... са показани съответно разпределението на овладяване на компетентността решаване на проблеми спрямо различните равнища за учениците от отделните държави и сравнението на това разпределение между българските ученици и осреднения резултат на учениците от страните членки на ОИСР.



Фигура 1.10. Разпределение на учениците по равнища на овладяване на компетентността решаване на проблеми, източник ЦОПУО.



Фигура 1.11. Сравнение на разпределението на учениците по равнища на овладяване на компетентността решаване на проблеми между българските ученици и осреднения резултат на учениците от страните членки на ОИСР, източник ЦОПУО.

От данните се вижда, че българското представяне е много слабо. Това означава, че са необходими сериозни мерки за преодоляване на дефицитите по овладяване на компетентността решаване на проблеми.

Съвместното решаване на проблеми в PISA 2015 и българското участие

В тази част ще се концентрираме върху резултатите от международното изследване PISA през 2015 на българските ученици по модул съвместно решаване на проблеми. Данните са от центъра за оценяване в предучилищното и училищното образование в докладите „Резултати от участието на България в Програмата за международно оценяване на учениците PISA 2015“ (ЦОПУО, 2016) и „Модулът на PISA 2015

„Решаване на проблеми в сътрудничество“. Концепция на изследването, анализ на резултатите и примерни въпроси“ (Светла Петрова, 2017). В изследването на PISA през 2015 са участвали 540 000 ученици от 72 държави. Изследването обхваща четивната грамотност, природни науки и математика. Акцентът през 2015 е бил върху природните науки (физика, химия и биология). Освен тези три модула са присъствали и модулите за изследване на компетентността за съвместно решаване на проблеми и финансовата грамотност. В България изследването е било проведено през месеците април и май на 2015г. Участвали са общо 6363 ученика от 180 училища от цялата страна. Учениците са били от 7 до 10 клас. Най-голям е процентът на учениците от 9 клас, те са били 92,2 процента. Момчетата са били 47 процента, а момчетата – 53 процента. Имало е представители на всички видове училища (прогимназиално, гимназиално непрофилирано, гимназиално профилирано и гимназиално професионално), за да бъде изследването представително. Структурата на теста наподобява теста за решаване на проблеми от 2012 година. Отново имаме три отделни компонента: проблемна ситуация, когнитивни процеси и контекст на проблема. Тук новата част е наличието на виртуални агенти. Ролята на виртуалните агенти е да се установи нивото на компетентност на учениците да участват ефективно в екипна работа. Това се установява чрез виртуален чат. В този виртуален чат ученикът е в екип с два или повече компютърни агенти. Ролята на компютърните агенти е да поставят ученика в различни ситуации, които да тестват уменията на ученика да води ефективна комуникация с членовете на екипа и да взема правилните и точните решения при разрешаване на спорове и конфликти между участниците в екипа.

Изследването на PISA разделя съвместното решаването на проблеми на два големи подпроцеса. Тези подпроцеси са решаване на проблеми и сътрудничеството. Решаването на проблеми се разделя на изследване и разбиране, представяне и формулиране, планиране и изпълнение и контрол и осмисляне. Тези процеси ги разгледахме подробно в изследването на PISA от 2012, затова няма да се спираме върху тях отново. Нека да разгледаме как PISA разглежда сътрудничеството. Сътрудничеството се разделя на три отделни компетентности. Първата компетентност е формиране и поддържане на споделено разбиране за

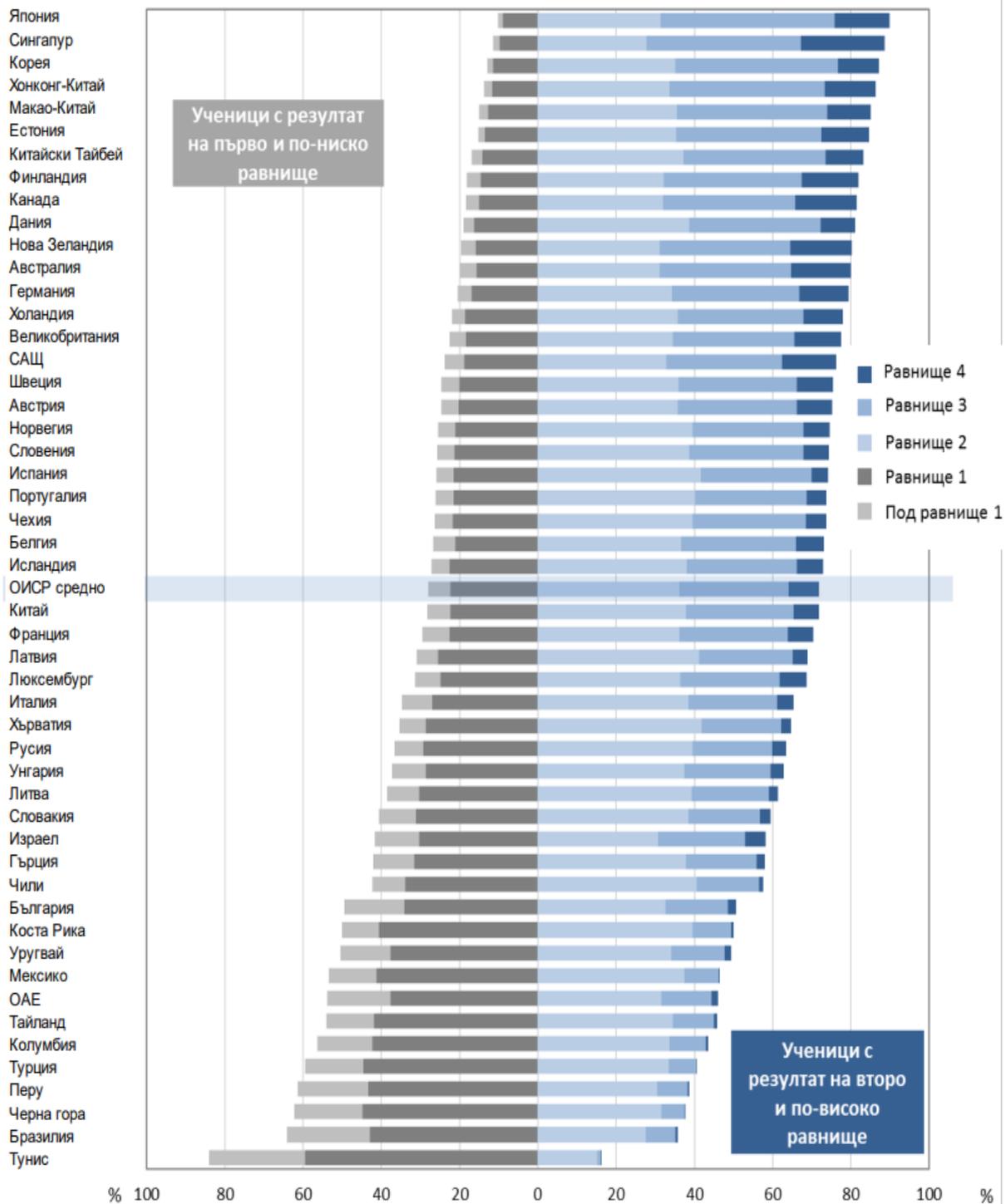
същността на проблема. Тази компетентност е свързана с опознаването на членовете на екипа, на техните представи за проблема и за възможните решения. След опознаването идва стъпката на формиране на обща и споделена представа за проблема и за възможните решения. Втората компетентност е предприемане на подходящи действия за решаване на проблема, която се свързва с установяването и предприемането на отделните стъпки, които да доведат до решаването на проблема. Третата компетентност е организиране и поддържане на екип. Тази компетентност е ключова за успешната работа на екипа. Тя включва разпределение на задачите и на ролите на всеки участник в екипа. Съблюдаване на изпълнението на задачите и на спазване на поетите ангажименти. Актуализиране на състоянието на изпълнение на задачите и при необходимост внасяне на корекции в структурата на екипа и на разпределението на задачите.

На таблица 1.3. са представени резултатите на учениците от модул съвместно решаване на проблеми. Очевидно българските ученици са се представили по-добре в изследването на компетентността съвместно решаване на проблеми от PISA 2018 в сравнение с резултатите от PISA 2015 по компетентността решаване на проблеми. Но въпреки това българските ученици отново са класирани в долната част на таблицата. Ние заемаме 40-то място от 51 държави, участвали в изследването на компетентността съвместно решаване на проблеми. Да обърнем внимание и на отделните равнища на оценка на компетентността съвместно решаване на проблеми. Изследването на PISA този път разделя на пет равнища степента на овладяване на компетентността съвместно решаване на проблеми. Скалата се състои от следните равнища: четвърто, трето, второ, първо и под първо равнище. Учениците от четвърто равнище имат най-високо ниво на овладяване на компетентността съвместно решаване на проблеми, а учениците под първо равнище имат най-ниско ниво на овладяване на компетентността съвместно решаване на проблеми. На фигура 1.12. и фигура 1.13 са показани съответно разпределението на овладяване на компетентността съвместно решаване на проблеми спрямо различните равнища за учениците от отделните държави и сравнението на това разпределение между българските ученици и осреднения резултат на учениците от страните членки на ОИСР.

Среден резултат (в точки)	Държава/регион	Държави/региони, средният резултат на които не се отличава съществено от средния резултат на държавата/региона във втората колона
561	Сингапур	-
552	Япония	-
541	Хонконг-Китай	Корея, Канада, Естония, Финландия
538	Корея	Хонконг-Китай, Канада, Естония, Финландия, Макао-Китай, Нова Зеландия
535	Канада	Хонконг-Китай, Корея, Естония, Финландия, Макао-Китай, Нова Зеландия, Австралия
535	Естония	Хонконг-Китай, Корея, Канада, Финландия, Макао-Китай, Нова Зеландия, Австралия
534	Финландия	Хонконг-Китай, Корея, Канада, Естония, Макао-Китай, Нова Зеландия, Австралия
534	Макао-Китай	Корея, Канада, Естония, Финландия, Нова Зеландия, Австралия
533	Нова Зеландия	Корея, Канада, Естония, Финландия, Макао-Китай, Австралия, Китайски Тайбей
531	Австралия	Канада, Естония, Финландия, Макао-Китай, Нова Зеландия, Китайски Тайбей, Германия
527	Китайски Тайбей	Нова Зеландия, Австралия, Германия, САЩ, Дания
525	Германия	Австралия, Китайски Тайбей, САЩ, Дания, Великобритания, Холандия
520	САЩ	Китайски Тайбей, Германия, Дания, Великобритания, Холандия
520	Дания	Китайски Тайбей, Германия, САЩ, Великобритания, Холандия
519	Великобритания	Германия, САЩ, Дания, Холандия
518	Холандия	Германия, САЩ, Дания, Великобритания, Швеция
510	Швеция	Холандия, Австрия, Норвегия
509	Австрия	Швеция
502	Норвегия	Швеция, Словения, Белгия, Исландия, Чехия, Португалия, Испания, Китай
502	Словения	Норвегия, Белгия, Исландия, Чехия, Португалия, Китай
501	Белгия	Норвегия, Словения, Исландия, Чехия, Португалия, Испания, Китай
499	Исландия	Норвегия, Словения, Белгия, Чехия, Португалия, Испания, Китай, Франция
499	Чехия	Норвегия, Словения, Белгия, Исландия, Португалия, Испания, Китай, Франция
498	Португалия	Норвегия, Словения, Белгия, Исландия, Чехия, Испания, Китай, Франция
496	Испания	Норвегия, Белгия, Исландия, Чехия, Португалия, Китай, Франция
496	Китай (Пекин, Шанхай, Янгсу, Гуандун)	Норвегия, Словения, Белгия, Исландия, Чехия, Португалия, Испания, Франция, Люксембург
494	Франция	Исландия, Чехия, Португалия, Испания, Китай, Люксембург
491	Люксембург	Китай, Франция
485	Латвия	-
478	Италия	Русия, Хърватия, Унгария, Израел
473	Русия	Италия, Хърватия, Унгария, Израел, Литва
473	Хърватия	Италия, Русия, Унгария, Израел, Литва
472	Унгария	Италия, Русия, Хърватия, Израел, Литва

469	Израел	Италия, Русия, Хърватия, Унгария, Литва, Словакия
467	Литва	Русия, Хърватия, Унгария, Израел, Словакия
463	Словакия	Израел, Литва, Гърция, Чили
459	Гърция	Словакия, Чили
457	Чили	Словакия, Гърция
444	Кипър	България, Уругвай, Коста Рика
444	България	Кипър, Уругвай, Коста Рика, Тайланд, ОАЕ
443	Уругвай	Кипър, България, Коста Рика, Тайланд
441	Коста	Рика Кипър, България, Уругвай, Тайланд, ОАЕ
436	Тайланд	България, Уругвай, Коста Рика, ОАЕ, Мексико, Колумбия
435	ОАЕ	България, Коста Рика, Тайланд, Мексико, Колумбия
433	Мексико	Тайланд, ОАЕ, Колумбия
429	Колумбия	Тайланд, ОАЕ, Мексико, Турция
422	Турция	Колумбия, Перу, Черна гора
418	Перу	Турция, Черна гора, Бразилия
416	Черна гора	Турция, Перу, Бразилия
412	Бразилия	Перу, Черна гора
382	Тунис	-

Таблица 1.3. Средните резултати на учениците от модул съвместно решаване на проблеми, източник ЦОПУО.



Фигура 1.12. Разпределение на учениците по равнища на овладяване на компетентността съвместно решаване на проблеми, източник ЦОПУО



Фигура 1.13. Сравнение на разпределението на учениците по равнища на овладяване на компетентността съвместно решаване на проблеми между българските ученици и осреднения резултат на учениците от страните членки на ОИСР, източник ЦОПУО.

От данните се вижда, че българското представяне отново е слабо, въпреки че е по-добро в сравнение с изследването за решаване на проблеми от PISA 2012. Но отново можем да направим извода, че са необходими сериозни мерки за преодоляване на дефицитите по овладяване на компетентността съвместно решаване на проблеми.

През 2018 се проведе проучването на PISA с акцент върху четенето. Освен четене, математика и природни науки другите компетентности, които бяха изследвани са финансова грамотност и глобална компетентност. Глобалната компетентност има за цел да оцени способността на учениците да разбират и оценяват гледните точки и светогледа на другите, да имат способността да се ангажират в отворени, отговорни и ефективни взаимодействия, и да предприемат действия за колективно благосъстояние и устойчиво развитие.

Заради коронавируса през 2021 беше отложено проучването на PISA и то се проведе през 2022. Главен фокус беше математиката. Освен трите основни области на изследване математика, четене и природни науки беше

изследвано още и творческото мислене. Според PISA творческото мислене е осезаемо умение, основано на знания и практика, което подпомага хората да постигат по-добри резултати дори в ограничени и предизвикателни условия. Държавите и обществата по света все повече разчитат на иновации и нови знания, за да се справят с нарастващите предизвикателства, което придава особена голяма важност на иновациите и креативното мислене.

Заклучение

В тази глава, която представлява литературен обзор, разгледахме уменията на 21-ви век и рамките за внедряване на уменията на 21-ви век. Също така се концентрирахме върху компетентностите решаване на проблеми и съвместно решаване на проблеми. Разгледахме техните дефиниции и проявления в различните образователни парадигми. Обърнахме специално внимание на резултатите на българските ученици от изследванията на PISA през 2012 и 2015 за съответно решаване на проблеми и съвместно решаване на проблеми. По отделните точки можем да направим следните изводи.

Живеем в динамичен и бързо променящ се свят. Технологиите и изкуственият интелект ще навлязат масово в момента, когато днешните деца ще завършват своето образование. Очаква се те да работят професии, които в момента не съществуват или тепърва се появяват. Затова е необходимо образованието да ги подготви за този преход. Това е основната идея в различните рамки за внедряване на уменията на 21-ви век в образователните среди. Ключови за успешното интегриране ще бъдат компетентностите решаване на проблеми и съвместното решаване на проблеми.

Определяща черта на съвместното решаване на проблеми е необходимостта от сътрудничество поради разпределение на ресурсите. Ресурсите могат да бъдат явни (материали, оборудване, информация, отговорности и стратегии) или неявни (знания и опит). Общата цел на сътрудничеството е проблем, който групата трябва да реши заедно. Общият

проблем, който трябва да бъде решен, изисква приноса на информация, експертно знание или ресурси от повече от един индивид.

Съвместното решаване на проблеми включва управление на когнитивни процеси като определяне на цели, търсене на информация и тестване на хипотези в екипна среда. То представя предизвикателства, с които учениците не могат да се справят индивидуално, като подчертава взаимните ползи от съвместната работата. Активностите на съвместното решаване на проблеми са насочени към реални проблеми, които често са неясни и предоставят само частична информация и ресурси на всеки участник. От учениците се очаква да дадат своя индивидуален принос и същевременно да оценяват приноса и на другите и да могат да достигат до обща визия за проблеми и до общи решения на проблема.

От изследванията на PISA през 2012 и 2015 можем да направим извода, че българските ученици имат сериозни дефицити в компетентностите решаване на проблеми и съвместно решаване на проблеми. Необходими са целенасочени усилия от страна на българската образователна система, за да се преодолеят тези дефицити и българското образование да бъде по-конкурентно и по-ефективно да подпомогне българските ученици към изискванията на 21-ви век.

Информационната система за екипно решаване на проблеми

Ролята на информационните и комуникационните технологии в образованието

Информационните и комуникационни технологии (ИКТ) оказват силно влияние върху образованието през последните няколко десетилетия. След коронавируса трудно можем да си представим образователния процес без използването на ИКТ. ИКТ оказват влияние върху учебните и образователни практики, като улесняват достъпа до образователни ресурси, подпомагат сътрудничеството и екипната работа и като цяло подобряват учебния процес. Нека да разгледаме някои ключови аспекти на ИКТ в образованието.

С помощта на ИКТ имаме подобрен достъп до образователни ресурси и услуги. ИКТ улесняват достъпа до образователни материали, като позволяват разработването и разпространението на цифрови ресурси като електронни книги, онлайн курсове и образователни уебсайтове (Bingimlas, 2009). Трябва да отбележим огромната роля на ИКТ по време на пандемията от коронавирус. В продължение на три учебни години от учебната 2019-2020 до учебната 2021-2022 учебният процес в България беше преминал изцяло или частично в онлайн режим. Училищата бяха частично или напълно затворени в големи интервали от време през този период. Българската образователна система премина в така наречения ОРЕС (обучение от разстояние в електронна среда). Благодарение на ИКТ този преход беше възможен. В рамките на учебната 2019-2020 почти всички училища в България въведоха под една или друга форма електронното обучение. В българските училища масово се въведоха две платформи за електронен достъп до образователни ресурси. Това са G Suite for Education на Гугъл и Office 365 на Майкрософт. Министерството на образованието и науката (МОН) в България купи лицензи на всички учители и ученици за Office 365. През учебната 2022-2023 МОН пусна в експлоатация така наречената „Дигитална раница“, онлайн платформа за електронно обучение. Според МОН тази платформа дава „богат набор от дигитално

образователно съдържание, бърз и лесен достъп до виртуални класни стаи, домашни, оценки, присъствия - всичко на едно място“ (източник edu.mon.bg). Всички тези примери ни показват огромната роля на ИКТ като източник на достъп до образователни ресурси и услуги в световното и българското образование.

ИКТ инструменти като имейл, видеоконференции и социални медии улесняват учениците, учителите и родителите да комуникират и сътрудничат по образователни проекти, както в рамките на класната стая, така и извън нея (New & Brush, 2007). Подобрената комуникация и сътрудничество, благодарение на ИКТ, предоставят множество възможности за ученици, учители и родители за по-добра и по-ефективна комуникация по време на обучителния процес. ИКТ улесняват значително синхронната (в реално време) и асинхронната комуникация между учители и ученици и учители и родители. ИКТ инструменти като имейл, чат системи и видеоконференции предоставят средства за синхронна и асинхронна комуникация, което позволява на участниците да обменят информация и идеи, независимо от местоположението си и от времето.

Социалните медии и облачните услуги предоставят платформи за обмен на ресурси, обсъждане на идеи и работа по общи проекти. Тези платформи улесняват сътрудничеството между ученици, учителите и родителите, както и между различните учебни заведения. Виртуалните класни стаи позволяват на учениците и учителите да общуват в реално време, дори и когато са на различни места. Това предоставя на учениците възможност да участват в дискусии, да задават въпроси и да получават непосредствен отговор от учителя или други ученици. ИКТ позволяват лесен и бърз достъп до обучителни материали, които могат да бъдат споделени с ученици и учители. Това подпомага изграждането на общи облачни пространства с ресурси, които могат да бъдат използвани от всички участници в учебния процес. ИКТ инструментите подпомагат процеса на оценка и предоставят обратна връзка на учениците и учителите. Това позволява бързо и ефективно проследяване на учебните постижения, а също така осигурява своевременна обратна връзка за учениците, което допринася за тяхното развитие и подобряване на уменията им. Също така дава и обратна връзка към родителите, което подпомага контрола и общите усилия между родителите и учителите. ИКТ предоставят възможности за

сътрудничество между ученици, учителите и учебни заведения от различни култури и страни. Това насърчава културен обмен, разбиране и толерантност, както и споделяне на най-добри практики в образованието. ИКТ инструментите като облачните услуги, платформите за съвместна работа платформи и споделените документи, които могат да се редактират от много потребители, насърчават учениците да работят заедно по групови проекти. Това подпомага развитието на комуникативни и социални умения, като същевременно стимулира критичното мислене и решаването на проблеми. ИКТ играят съществена роля в подобряването на комуникацията и сътрудничеството в образованието, като предоставят средства за обмен на информация, идеи и ресурси, насърчават локалното и международното сътрудничество, културния обмен и стимулират екипната работа и проектно-базираното обучение.

ИКТ позволява използването на адаптивни системи и платформи за обучение, които предлагат персонализирани учебни методи, адаптирани към индивидуалните нужди на учениците, правейки образованието по-ефективно (Woolf, 2010). Персонализираното обучение е образователен подход, който адаптира учебния процес към индивидуалните нужди, интереси и предпочитания на различните ученици. ИКТ са ключов инструмент за осъществяване на персонализираното обучение. Адаптивните обучаващи системи и платформи използват алгоритми и данни от учениците, за да подбират и предлагат учебно съдържание и задачи, които са подходящи за тяхното текущо ниво на умения и знания. Това позволява на различните ученици от един клас или група да се „движат на различни скорости“, като могат да получават по-голяма подкрепа в области, в които имат трудности. ИКТ предоставят гъвкавост на учениците, като им позволяват да учат по свое усмотрение от всяка точка на света и по всяко време. Онлайн учебните ресурси и платформи дават на учениците възможност да работят върху учебния материал според своя график и темпо. ИКТ могат да подпомогнат разработването на индивидуализирани планове за обучение, които са съобразени с конкретните нужди, интереси и цели на различните ученици. Това включва избор на учебни материали и методи на обучение, които са най-подходящи за развитието на ученика. Персонализираното обучение може да включва системи за предоставяне на обратна връзка в реално време, които могат да анализират работата на

учениците и да предоставят конкретни препоръки за подобрене. Това помага на учениците да разберат своите силни и слаби страни, да се справят със затрудненията и да учат по-ефективно. Персонализираното обучение акцентира върху ученика като активен участник в учебния процес. Това включва предоставяне на възможности за избор на учебни материали и методи на обучение, както и поощряване на учениците да разработват свои собствени цели и стратегии за обучение. Ангажирането на ученика към учебния процес е ключов фактор за успешното придобиване на качествени и дълготрайни знания и умения. Персонализираното обучение може да включва проектно-базирани и проблемно-базирани методи, които се фокусират върху решаването на реални проблеми и разработването на практически умения. Тези методи позволяват на учениците да изследват своите интереси и да прилагат наученото в реални ситуации. Персонализираното обучение често се осъществява чрез смесено обучение, което комбинира традиционни присъствени сесии с онлайн учебни ресурси и дистанционно обучение. Това предоставя на учениците гъвкавост и разнообразие от опции за обучение, които отговарят на тяхното индивидуално развитие. Персонализираното обучение с помощта на ИКТ може да позволи учебния процес да се адаптира към индивидуалните нужди и интереси на ученика. С навлизането на изкуствения интелект биха могли да се реализират персонализирани информационни системи с голяма ефективност, което да доведе до качествен скок в образователния процес. Без съмнение това е една от интересните опции пред развитието на образованието.

ИКТ позволява използването на онлайн инструменти и методи за оценяване, които предоставят обратна връзка в реално време на учениците и учителите, подкрепяйки вземането на решения в класната стая, базирано на реални данни (Bennett & Ward, 2015). Онлайн инструментите за поставяне на оценка и оценяване представляват съвременни подходи за измерване на учебните постижения и развитието на учениците, като използват ИКТ. Онлайн оценяването позволява на учениците да направят тестове и задачи по всяко време, като така се намалява времето за администриране и оценяване на тестовете от страна на учителите. Онлайн оценяването може да предоставя автоматична обратна връзка на учениците, което им помага да разберат своите грешки и да се фокусират

върху области от материала, в които изпитват затруднение и са необходими повече упражнения. Адаптивните тестове се адаптират към учебните нужди на ученика, като предоставят по-трудни или по-лесни въпроси в зависимост от предишните отговори на ученика. Това позволява по-точна оценка на нивото на знания и умения на ученика. Онлайн оценяването генерира богат набор от данни, които могат да се анализират, за да се идентифицират тенденции, слабости и силни страни на учениците. Това подпомага учителите при вземането на решения за подходящи методи на обучение и интервенции. Онлайн оценяването може да включва различни видове задачи и формати, като въпроси с отворен или затворен избор, есета, компютърни симулации и интерактивни проблеми. Това позволява оценяването на широк спектър от умения и компетентности. Онлайн оценяването позволява по-лесно стандартизиране и сравнение на резултатите от оценки между различни ученици, училища и образователни системи. Това може да подпомогне разбирането на ефективността на образователните програми и стратегии. ИКТ инструментите за оценяване могат да подобрят ефективността и точността на оценяването на учебните постижения и развитието на учениците. Могат да предоставят в реално време обратна връзка, адаптивно оценяване, данни за анализ. Също така позволяват разнообразни форми за оценяване и по-добра стандартизация и сравнимост на резултатите.

ИКТ предоставя възможности за учителите да получават достъп до ресурси за професионално развитие и да си сътрудничат с учители от цял свят, което допринася за подобряване на учебния процес и учебните практики (Garet et al., 2001). ИКТ играят съществена роля в професионалното развитие на учителите, като предоставят ресурси, възможности за сътрудничество и подкрепа. ИКТ предоставят на учителите бърз и лесен достъп до образователни материали, научни изследвания и методически насоки, които могат да подобрят техните учебни практики. ИКТ позволяват на учителите да участват в онлайн курсове, семинари и уебинари, които им предоставят гъвкавост относно времето и мястото за обучение, както и възможността да изучават новости и нововъведения по определения предмет. Технологиите насърчават сътрудничеството между учителите от различни училища и държави, като предоставят платформи за общуване, споделяне на ресурси и обсъждане на практики и стратегии.

Учителите могат да се присъединят към виртуални общности, които събират специалисти и експерти в дадена област, за да споделят знания, опит и подкрепа. Учителите могат да използват ИКТ за създаване на електронни портфолиа, които показват техния професионален растеж, постижения и разработени материали. Тези портфолиа могат да се използват за самооценка, обратна връзка от колеги и като част от процеса на оценка и акредитация. В България всеки учител трябва да има такова портфолио, на базата на което веднъж на четири години се акредитира от комисия от училището и от съответното РУО (Регионално управление на образованието). ИКТ предоставят инструменти за анализ на данни и онагледяване на данните, които могат да помогнат на учителите да разберат и интерпретират резултатите от оценяването на учениците, както и да анализират ефективността на своите учебни методи и практики. Това улеснява вземането на информирани решения относно подходящите методи на обучение и интервенции. ИКТ допринасят значително за професионалното развитие на учителите, като предоставят богат набор от ресурси, възможности за обучение, сътрудничество и подкрепа. Това помага на учителите да подобрят своите учебни практики, да отговорят на различните нужди на учениците и да работят ефективно в динамичната образователна среда.

ИКТ направи възможно дистанционното образование да бъде ефективно, позволявайки на учениците и студентите да участват в курсове и програми за получаване на степени от разстояние, което повишава достъпа до образование на учащи се в отдалечени или по-изоостанали райони (Moore & Kearsley, 2011). ИКТ преобрази дистанционното и онлайн обучение, като предоставят разнообразни възможности и инструменти, които подобряват достъпа, гъвкавостта и качеството на образованието. Онлайн обучението позволява на гражданите да учат в свое собствено темпо и в график, удобен за тях. Това прави продължаващото обучение съвместимо с работа, семейни задължения и други ангажименти, което ключово, за да имаме учене през целия живот.

Онлайн платформите за обучение дават възможността да се разширява гамата от предлагани курсове и програми, като позволява на образователните институции да предлагат специализирани или малко популярни курсове в специализирани области от науката и технологиите и

също така практически курсове. Социалните медии насърчават учениците и студентите да взаимодействат един с друг и с преподавателите си, като така създават виртуални общности на учене и сътрудничество.

ИКТ позволяват на преподавателите да разработват адаптивни и персонализирани обучителни материали, които се адаптират към нуждите и предпочитанията на отделните ученици или студенти, като така подобряват процеса на обучение. Технологиите предоставят инструменти за онлайн оценяване, което позволява на преподавателите да следят напредъка на учениците и студентите и да предоставят своевременна обратна връзка. Това улеснява персонализирано обучение и подкрепа, които са насочени към конкретните нужди на учащите се.

ИКТ играят важна роля в дистанционното и онлайн обучение, като предоставят средства и възможности, които подобряват достъпността, гъвкавостта, интерактивността и персонализацията на образованието. Това помага на учащите се да се възползват от образователни възможности, които може да не са достъпни за тях в традиционната учебна среда.

Информационните и комуникационни технологии играят решаваща роля в съвременното образование, като разширяват достъпа до ресурси, насърчават екипната работа и комуникацията, персонализират обучителния процес, подпомагат оценяването и навлизането на адаптивни методи за отделния ученик, както и осигуряват професионално развитие за учителите.

Компютърните симулации в обучението

Компютърните и интерактивните симулации могат да играят значителна роля в обучението, подобрявайки учебните преживявания, насърчвайки концептуално разбиране и стимулирайки критичното мислене. Различни проучвания подчертават ползите от използването на симулации в образованието (Smetana & Bell, 2012; Rutten, van Joolingen, & van der Veen, 2012).

Симулациите могат да ангажират учениците, като предоставят интерактивни и динамични учебни преживявания. Те могат да помогнат за конкретизирането и визуализирането на абстрактни понятия, което мотивира учениците да изследват и да учат (Smetana & Bell, 2012).

Ангажираността и мотивацията са два ключови аспекта на обучението, които могат да влияят значително върху успеха на учащите се. Ангажираността се отнася до степента, до която учениците са включени и съсредоточени върху учебния процес, докато мотивацията е силата, която ги задвижва да учат и да постигат поставените цели. Симулациите предлагат реалистични модели на обкръжаващия ни свят, които могат да заинтригуват учениците и да ги поддържат съсредоточени върху задачите и целите на обучението. Симулациите могат да предоставят реалистичен и значим контекст, който помага на учениците да свържат теоретичните понятия с практически приложения. Това улеснява разбирането и може да увеличи мотивацията на учениците да учат, тъй като виждат реалната стойност на изучавания материал. Интерактивните симулации предоставят на учениците възможността да контролират и управляват средата. Това може да увеличи мотивацията и ангажираността, тъй като учениците могат да приспособят обучението си към своите нужди, интереси и темп на учене. Симулациите предоставят незабавна обратна връзка, която помага на учениците да оценят своя успех и да коригират своите стратегии, ако е необходимо. Това може да увеличи мотивацията, като позволява на учениците да виждат своя напредък и да развиват увереност в своите умения.

Симулациите могат да помогнат на учениците да визуализират сложни концепции и процеси, които са трудни за разбиране чрез традиционни методи на обучение. Те могат да предоставят динамични представяния на научни явления, правейки ги по-достъпни и разбираеми (Rutten et al., 2012). Визуализацията на сложни концепции е важен аспект на обучението, която помага на учениците да разберат и запомнят абстрактни идеи и процеси. Симулациите предоставят графични представяния на сложни явления, което ги прави по-лесни за разбиране и усвояване. Това може да бъде особено полезно в науката, математиката или инженерството, където учениците трябва да осмислят и визуализират комплексни системи или процеси. Интерактивните симулации предоставят динамични модели, които позволяват на учениците да наблюдават и анализират промените във времето. Това може да улесни разбирането на причинно-следствени връзки, влиянието на различни променливи и взаимодействията между различните елементи на системата. Симулациите

дават възможност на учениците да управляват променливи и да наблюдават как те влияят на системата като цяло. Това помага на учениците да разберат взаимодействията между различните фактори и да създадат по-ясна представа за важността и влиянието на всяка променлива. Новите технологии като 3D визуализации и виртуална реалност могат да предложат още по-детайлни и реалистични представяния на сложни концепции. Това може да подобри разбирането на учениците и да им помогне да запомнят информацията за по-дълго време. Симулациите позволяват на учениците да изследват различни сценарии и да анализират техните последици. Това може да насърчи критичното мислене и да помогне на учениците да разберат как различните фактори взаимодействат в сложни системи. Това също може да подкрепи развитието на уменията за вземане на решения и решаването на проблеми. Визуализацията на сложни концепции, благодарение на компютърните и интерактивните симулации, допринася за по-дълбокото разбиране и запомняне на материала, което улеснява обучението и успеха на учениците.

Интерактивните симулации предоставят възможности на учениците да се ангажират с експериментиране и изследователско обучение (Inquiry-based learning). Те могат да променят променливи, да тестват хипотези и да наблюдават резултатите, което насърчава научното обосноваване и уменията за решаване на проблеми (Smetana & Bell, 2012). Експериментирането и изследователското обучение насърчават активното участие на учениците в учебния процес. Те се фокусират върху развиването на критично мислене, аналитични умения и независимост на учениците, като им дават възможност да изследват идеи, да тестват хипотези и да се учат от опита и експеримента. Учениците са активни участници в учебния процес, което насърчава ангажираност и мотивация. Те формулират въпроси, правят предположения, провеждат експерименти и интерпретират резултатите. Експериментирането и изследователското обучение подпомагат развитието на различни умения като решаване на проблеми, комуникация и сътрудничество. Учениците учат как да анализират информация, да съставят аргументи и да изразяват мнения и хипотези. Тези подходи дават възможност на учениците да откриват нови знания и да разширят своето разбиране за света около тях. Учениците могат да провеждат експерименти, да събират данни и да наблюдават явления,

които допринасят за обогатяването на техните знания и въображение. Експериментирането и изследователското обучение насърчават учениците да се справят с реални проблеми и да използват своите знания и умения за намирането на решения. Това укрепва увереността на учениците в собствените им способности и ги подготвя за бъдещи предизвикателства. Учениците поемат по-голяма отговорност за своето обучение, тъй като изследователският и експерименталният подход ги насърчава да се заемат с разработването на въпроси, идеи и стратегии за решаване на проблеми. Това помага на учениците да станат по-независими и автономни в учебния процес, което е важно за тяхното развитие като учени и граждани. В съвременното образование информационните и комуникационни технологии подпомагат експериментирането и изследователското обучение, като предоставят инструменти и ресурси за създаване на интерактивни и динамични учебни среди. Онлайн платформи, виртуални лаборатории и симулации могат да обогатят учебния опит и преживяване и да насърчат учениците да пробват различни подходи и да се учат от собствените си грешки и успехи.

Симулациите могат да предложат незабавна обратна връзка на учениците, позволявайки им да разберат последиците от действията си и да коригират стратегиите и плановете за решение на проблема. Това помага на учениците да се учат от грешките си и да развият по-дълбоко разбиране за концепциите и същността на проблема (Rutten et al., 2012). Незабавната обратна връзка е важен аспект от обучението, тъй като тя позволява на учениците да получават бързо и ясно представа за това как се справят с дадена задача или концепция. Тази възможност за своевременно коригиране и подобрене на работата им подкрепя успеха на учениците и развитието на уменията им. Незабавната обратна връзка позволява на учениците да разберат бързо кога са направили грешка и да коригират своите действия, преди да продължат. Това им помага да избегнат затвърдяването на грешни разбирания и да развият правилни навици и умения. Получаването на обратна връзка в реално време помага на учениците да останат мотивирани и ангажирани с учебния процес. Това им дава увереност, че правят правилните неща или им предоставя подкрепа, когато са се сблъскали с предизвикателства. Незабавната обратна връзка може да бъде използвана, за да се адаптира учебният материал въз основа

на индивидуалните нужди на учениците. Това означава, че учителите или софтуерът могат да предоставят подходящи ресурси или задачи, които отговарят на текущите умения на учениците, което допринася за по-ефективно обучение. Незабавната обратна връзка насърчава учениците да бъдат по-осведомени за своите силни и слаби страни, което ги учи и възпитава да оценяват своите успехи и силни страни и да работят по подобряването на своите слабости. Информационните и комуникационни технологии могат да бъдат ключовата част в предоставянето на незабавна обратна връзка. Онлайн платформи, софтуер за оценяване и дигиталните инструменти могат да предоставят на учениците и учителите обратна връзка в реално време, което подпомага ефективното усвояване на знания и развитието на умения. Тези технологии могат да се използват за персонализиране на обучението и подкрепа на адаптивните стратегии, които водят до по-голям успех на учениците.

Компютърните симулации могат да улесняват сътрудничеството между учениците, тъй като те могат да работят заедно, за да изследват, обсъждат и решават проблеми в рамките на симулираната среда. Това насърчава работата в екип, комуникацията и уменията за решаване на проблеми (Smetana & Bell, 2012). Сътрудничеството е ключов елемент в съвременното образование, тъй като то насърчава учениците да работят заедно към обща цел и да развиват социални, комуникативни и лидерски умения. Това е особено важно в глобалната и технологично свързана среда, в която живеем, където успехът често зависи от способността на индивида да работи ефективно в екип и да се адаптира към различни ситуации. Компютърните и интерактивните симулации играят важна роля в насърчаването на сътрудничеството в училищното образование. Те предоставят на учениците възможност да се включат в кооперативни дейности, които развиват навиците и уменията, необходими за работа в екип. Симулациите позволяват на учениците да работят в групи по решаването на проблеми или проекти, които са свързани с реални ситуации. Това ги насърчава да обменят идеи, да разискват и да вземат колективни решения, като се опират на различните умения и знания на всеки член на групата. Интерактивните симулации често се предоставят чрез онлайн платформи, които позволяват на учениците да си сътрудничат от разстояние. Това може да включва общуване чрез текст, глас или видео,

както и споделяне на ресурси, документи и друга информация. Учителите могат да използват компютърните и интерактивните симулации като инструменти за насърчаване на сътрудничеството в класната стая. Те могат да организират групови дейности, да насърчават дискусии и да предоставят обратна връзка и подкрепа на учениците по време на работата със симулациите. Компютърните и интерактивните симулации могат да бъдат използвани за оценяване на сътрудничеството между учениците. Учителите могат да оценяват как учениците си сътрудничат, как разпределят отговорностите и как решават проблемите в група, което може да доведе до по-голямо разбиране на силните и слабите страни на отделните ученици и да подпомогне развитието на социални и комуникативни умения. Компютърните и интерактивните симулации играят съществена роля в сътрудничеството в училищното образование. Те предоставят на учениците възможност да работят заедно по решаването на проблеми, да развиват важни социални и комуникативни умения и да се подготвят за бъдещата им кариера в глобалната и технологично свързана среда.

Интерактивните симулации могат да се адаптират към различните нужди на учащите се, тъй като могат да предоставят различни нива на сложност, обратна връзка и насоки, което ги прави подходящи за ученици с различни стилове и способности за учене (Rutten et al., 2012). Компютърните и интерактивните симулации могат да играят важна роля в диференциацията в училищното образование. Диференциацията е процесът на приспособяване на обучението към различните нужди и предпочитания на учениците. Това може да включва предоставяне на различни ресурси, структуриране на задачите по различен начин или насърчаване на различни методи на изучаване. Компютърните и интерактивните симулации позволяват на учениците да работят в собствено темпо и да избират ресурси и подходи, които най-добре съответстват на техните нужди и предпочитания. Това може да включва използването на адаптивни технологии, които автоматично приспособяват нивото на сложност на задачите, базирано на представянето на ученика.

Компютърните и интерактивните симулации могат да предоставят визуални представяния на сложни идеи, което може да помогне на учениците с различни стилове на обучение да разберат и усвоят информацията по-лесно. Симулациите предоставят на учениците безброй възможности за

практика и повторение на умения и концепции. Това може да бъде особено полезно за учениците, които имат нужда от допълнително време и упражнение, за да усвоят материала. Компютърните и интерактивните симулации позволяват на учениците да се включат в изследователски и експериментални дейности, които насърчават критичното мислене, решаването на проблеми и творчеството. Това може да бъде полезно за учениците с различни интереси и умения, като им предоставя възможност да развиват своите знания и умения в контекст, който ги мотивира и вълнува.

Компютърните и интерактивните симулации имат важна и все по-растяща роля в училищното образование. Те предоставят на учениците възможност да разширят своите знания и умения чрез персонализирани и адаптивни обучителни среди, които отговарят на разнообразните им нужди и предпочитания. Симулациите осигуряват визуална подкрепа за разбирането на сложни концепции, улесняват експериментирането и изследователското обучение, и предоставят незабавна обратна връзка за учениците и учителите. Те също така насърчават сътрудничество между учениците, като им предоставят възможност да работят заедно в решаването на проблеми и изпълнението на проекти, което води до развитие на комуникативните и социалните умения. Тези технологии имат потенциала да подобрят училищното образование, като променят начина, по който учениците се включват в обучението, и предоставят на учителите нови и ефективни методи за подкрепа на учениците в тяхното обучение.

Симулиране на природни процеси и явления чрез числени методи

В предишната част видяхме, че компютърните и интерактивните симулации могат да допринесат за подобряването на качеството на образователния процес. Ще разгледаме как може да симулираме природни процеси и явления с помощта на компютърните симулации. Ще разгледаме как една и съща система може да бъде симулирана с помощта на числено решаване на диференциалните уравнения, които описват нейната динамика, и как същата система може да бъде симулирана с помощта на клетъчните автомати.

Нека да се запознаем с модела на Лотка-Волтера, известен още като модел, описващ динамиката на популациите в системата хищник-жертва (Predator-Prey Model). Както показва самото име, този модел описва взаимодействието на два вида, като хищникът се храни с жертвата. Ще симулираме този модел с помощта на алгоритъма на Рунге-Кута от четвърти ред. Това е един от най-широко използваните методи за числено решаване на обикновени диференциални уравнения. Тази симулация е описана в статия (Kunis & Dimitrov, 2020).

Моделът на Лотка-Волтера (Lotka, 1910, Volterra, 1926) се основава на два вида, които си взаимодействат помежду си. Единият вид ще наричаме хищник, а другия вид жертва. Да въведем следните означения:

$$P(t) = \text{популация на хищниците}; p(t) = \text{популация на жертвите} \quad (1)$$

Целта ни е да опишем това взаимодействие. Затова ще въведем коефициент a като скоростта на промяна на броя на жертвите в отсъствие на хищници. Логично, при отсъствие на хищниците ще имаме експоненциално нарастване на жертвите:

$$\frac{dp}{dt} = ap, \quad \Rightarrow \quad p(t) = p(0)e^{at}. \quad (2)$$

При наличие на хищници експоненциалното нарастване не се осъществява, защото хищниците ще нападат толкова повече жертви, колкото по-голяма е тяхната популация. Затова за да отчетем това тяхно взаимодействие, трябва

да присъстват и двата вида. Ще предположим най-простия случай на права пропорционалност от произведението на техния брой. Взаимодействие е пропорционално на:

$$bpP \quad (3)$$

Коефициентът b се интерпретира като параметър описващ взаимодействието между хищниците и жертвите, при което жертвите намаляват. Така стигаме до модела на изменение на жертвите, който отчита както раждаемостта на жертвите така и тяхното взаимодействие с хищниците:

$$\frac{dp}{dt} = ap - bpP \quad (4)$$

Ако продължим със същата логика, хищниците също би трябвало да се размножават и следователно да увеличават популацията си. Но хищниците се нуждаят от жертвите, за да могат да съществуват. Ако няма жертви, те ще започнат да се нападат, което пък ще доведе до увеличаване на смъртността, която ще обозначим с m :

$$\left. \frac{dP}{dt} \right|_{\text{конкуренция}} = -mP, \Rightarrow P(t) = P(0)e^{-mt} \quad (5)$$

Ако има жертви, които да им служат за храна, те ще си взаимодействат с тях с фактора ϵbpP , което ще доведе до увеличаване на популацията на хищниците:

$$\frac{dP}{dt} = \epsilon bpP - mP \quad (6)$$

Тук ϵ е константа, която измерва ефективността, с която жертвите благоприятстват популацията на хищниците. Така стигаме до следните две уравнения на нашия модел:

$$\begin{aligned} \frac{dp}{dt} &= ap - bpP \\ \frac{dP}{dt} &= \epsilon bpP - mP \end{aligned} \quad (7)$$

Тези уравнения ще ги решим с метода на Рунге-Кута, като преди това ще ги запишем в стандартна форма:

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dt} &= f(y, t) \\ y_0 &= p & f_0 &= ay_0 - by_0y_1 \\ y_1 &= P & f_1 &= by_0y_1 - my_1 \end{aligned} \quad (8)$$

Въпреки че не съществува универсален алгоритъм, който да е подходящ за всякакъв тип задачи, методът на Рунге-Кута от 4-ти ред притежава добра точност, стабилност и простота, за да може да се използва както професионално, така и за по-прости задачи. Това го прави един от най-популярните методи за числено решаване на обикновени диференциални уравнения. За да разберем този важен метод ще го изведем първо за по-простия случай на втори ред, а след това ще обобщим формулите за четвърти ред.

Методът Рунге-Кута се базира на формалния интеграл на диференциалното уравнение (Runge, 1895) (Kutta, 1901) :

$$\frac{dy(t)}{dt} = f(t, y) \Rightarrow y(t) = \int f(t, y) dt \Rightarrow y[n + 1] = y[n] + \int_{t[n]}^{t[n+1]} f(t, y) dt \quad (9)$$

Приближението на метода се състои в развитие в ред на Тейлър на подинтегралната функция около средната точка на интеграционния интервал т.е. около точката

$$t[n + 1/2] = (t[n] + t[n + 1])/2 \quad (10)$$

$$f(t, y) \cong f\left(t\left[n + \frac{1}{2}\right], y\left[n + \frac{1}{2}\right]\right) + (t - t[n + \frac{1}{2}]) \frac{df}{dt} \Big|_{t = t[n + \frac{1}{2}]} + O(h^2) \quad (11)$$

Ако интегрираме горното равенство в интервала $(t[n], t[n+1])$, вторият член в дясната част се нулира и ние получаваме алгоритъм от по-висок ред от този на Ойлер, въпреки че използваме същия брой членове:

$$\int_{t[n]}^{t[n+1]} f(t, y) dt \cong \int_{t[n]}^{t[n+1]} f\left(t\left[n + \frac{1}{2}\right], y\left[n + \frac{1}{2}\right]\right) dt \cong f\left(t\left[n + \frac{1}{2}\right], y\left[n + \frac{1}{2}\right]\right) h \quad (12)$$

$$y[n + 1] \cong y[n] + hf\left(t\left[n + \frac{1}{2}\right], y\left[n + \frac{1}{2}\right]\right) \quad (13)$$

Така полученият алгоритъм не може да се използва веднага понеже изисква да знаем стойностите $y[n+1/2]$, които не могат да се определят от началното условие. Можем, обаче да използваме алгоритъма на Ойлер за да определим $y[n+1/2]$ от началните условия:

$$y\left[n + \frac{1}{2}\right] \cong y[n] + \frac{dy}{dt} \frac{h}{2} = y[n] + \frac{h}{2} f(t[n], y[n]) \quad (14)$$

Сега можем да обобщим алгоритъма на Рунге-Кута от втори ред както следва:

$$y[n + 1] \cong y[n] + k_2 \quad (15)$$

$$k_2 = hf\left(t[n] + \frac{h}{2}, y\left[n] + \frac{k_1}{2}\right)\right) \quad (16)$$

$$k_1 = hf(t[n], y[n]) \quad (17)$$

Вижда се, че цената, която се плаща за постигането на по-добрата точност е, че трябва да се оценява функцията f не само в краищата, но и в средните точки на интервалите. Обаче алгоритъмът стартира от една начална стойност на неизвестната величина y , тоест алгоритъмът, подобно на Ойлеровия, е самостартиращ.

Сега ще дадем алгоритъма на метода на Рунге-Кута от четвърти ред. Функцията $f(t, y)$ се апроксимира от 4 градиентни (k) члена близо до средната точка, които се определят само от 4 операции (Press et al. 1992):

$$y[n + 1] = y[n] + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \quad (18)$$

$$k_1 = hf(t[n], y[n]), \quad (19)$$

$$k_2 = hf \left(t[n] + \frac{h}{2}, y[n] + \frac{k_1}{2} \right), \quad (20)$$

$$k_3 = hf \left(t[n] + \frac{h}{2}, y[n] + \frac{k_2}{2} \right), \quad (21)$$

$$k_4 = hf(t[n] + h, y[n] + k_3) \quad (22)$$

Ще симулираме модела на Лотка-Волтера като използваме метода на Рунге-Кута от четвърти ред. Работната програма, написана на програмния език Java, е представена на фигура 2.1. На фигура 2.2 двете популации са представени заедно за сравнение. На фигура 2.3 е представена графика на фазовия портрет на популацията на хищниците към популацията на жертвите. Нека сега да анализираме резултатите. В началото популацията на жертвите ще расте много бързо (почти експоненциално), докато броят на хищниците е сравнително малък. След като броят на хищниците нарасне започва рязко намаляване на броя на жертвите. Подобно е поведението и при хищниците. При наличие на голям брой жертви те започват рязко да се увеличават. Но при отсъствие на жертви популацията им ще се стопи поради глад или в резултат на тяхното самоунищожение. Вероятността за взаимодействие, тоест хищникът да срещне жертва, е пропорционална на произведението на техните популации, тоест колкото е по-голям броят на един от видовете, толкова е по-голяма вероятността да се осъществи среща и след това взаимодействие между тях. Всяко изменение на броя на жертвите влияе на броя на хищниците и обратното. Двете популации осцилират и се развиват циклично. Ако популацията на жертвите се увеличава, то вероятността да срещне хищник нараства. А това води до увеличаване на популацията на хищниците. Но увеличената популация на хищниците води до намаляване на популацията на жертвите. Това, от своя страна води до намаляване на броя на хищниците, което пък повишава броя на жертвите и т.н. В потвърждение на получените резултати на фигура 2.4 сме дали данните на фирмата „Хъдсън-Бей“ за добив на кожи от зайци и рисове в Канада за периода от 1900 до 1920г. Вижда се, че експериментално наблюдаваните цикли между популациите на зайци и рисове много добре се описват от модела на Лотка-Волтера, въпреки силно опростените условия.

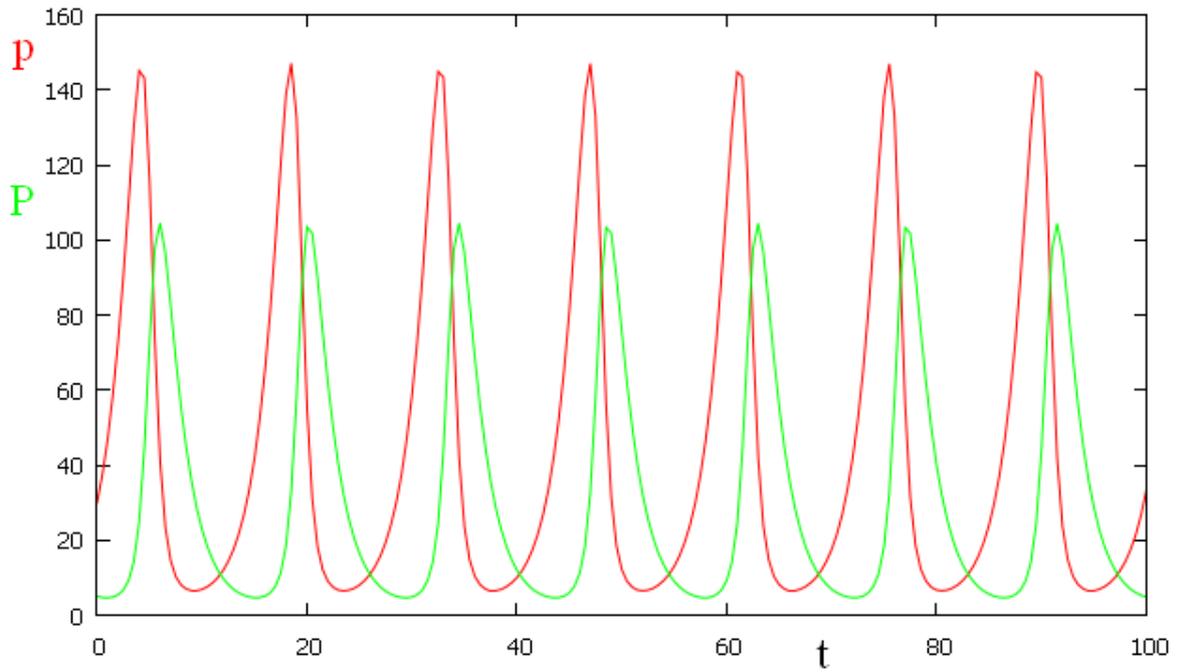
Нека да споменем някои от недостатъците на модела Лотка-Волтера. Предположението, че жертвите могат да се развиват неограничено при отсъствие на хищници, е доста нереалистично. На практика физически това е невъзможно. Също доста нереалистично е и условието, че при среща между хищниците и жертвите, хищниците веднага успяват да хванат жертвите си. Реално този процес може да трае много дълго време. Моделът пренебрегва влиянието на климатичните промени и взаимодействието с други видове (тук особено внимание трябва да се обърне на човешкото влияние). Също така се пренебрегва възрастта на животните и тяхната миграция. Но въпреки всичко това моделът дава добри резултати.

```

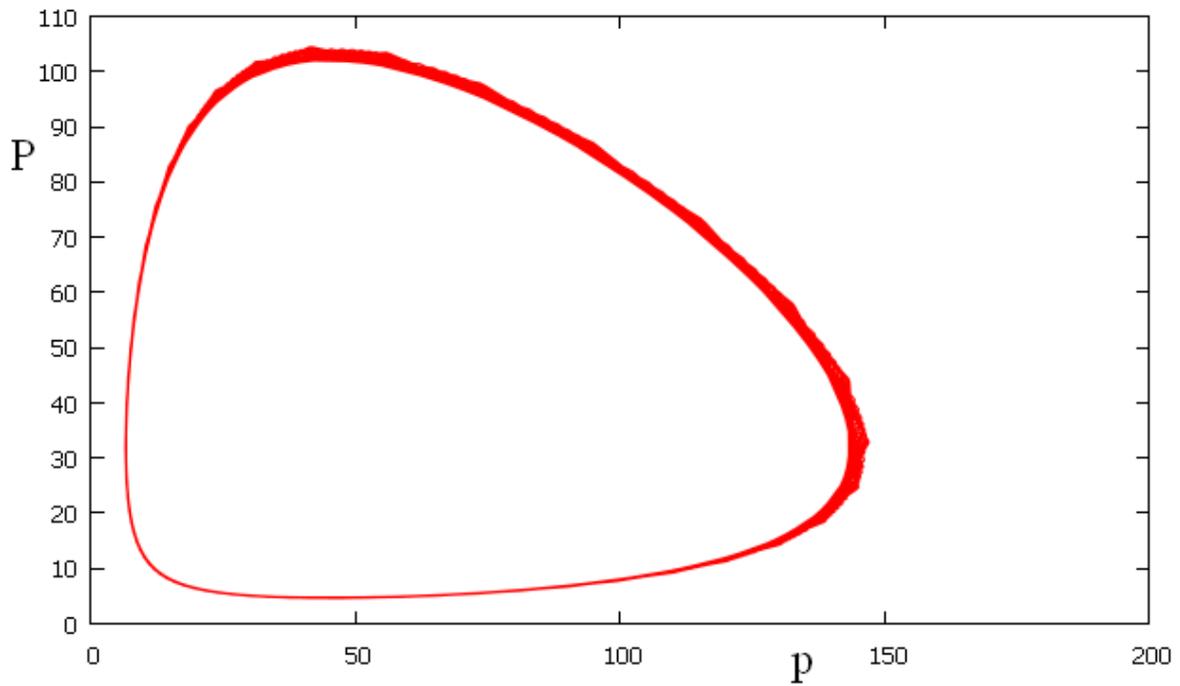
1  /*
2   Programa za reshavane na modela na Lotka-Volterra
3   s izpolzovane na metoda na Runge-Kuta ot 4-ti red.
4   Koeficientite sa :
5   a=0.523598776, b=0.016362462, m=0.523598776, epsilon=0.711111
6   Nachalnite uslovia sa:
7   p=30, P=5.
8   */
9
10 import java.io.*;
11
12 public class PredatorPrey {
13
14     public static void main(String[] argv) throws IOException, FileNotFoundException {
15         // zapisvane na informaciata v otdelni fajlove
16         PrintWriter w = new PrintWriter(new FileOutputStream("Pp30.dat"), true);
17         PrintWriter q = new PrintWriter(new FileOutputStream("Pp31.dat"), true);
18         PrintWriter l = new PrintWriter(new FileOutputStream("Pp32.dat"), true);
19
20         // deklarirane i inicializirane na parametrite za reshavaneto na RK4
21         double h, t, Tmin = 0.0, Tmax = 500.0;
22         double y[] = new double[2];
23         int Ntimes=1000;
24
25         // Inicializirane na nachalnite uslovia
26         y[0]=30.0; y[1] = 5.0;
27
28         // Inicializirane na stapkata i vremeto
29         h = (Tmax-Tmin)/Ntimes;
30         t = Tmin;
31
32         //Zapisvane na informacijata
33         for (t = Tmin; t <= Tmax; t += h) {
34             System.out.println(" t=" +t+ " , x= "+y[0]+", v= "+y[1]); //printout
35             w.println(" "+t + " " +y[0]+ " "); //output to files
36             q.println(" "+t + " " +y[1]+ " ");
37             l.println(" "+y[0] + " " +y[1]+ " ");
38             rk4(t, y, h, 2);
39         }
40         System.out.println("Done.");
41     }
42
43     // metod na RK4
44     public static void rk4(double t, double y[], double h, int Neqs) {
45         int i;
46         double F[] = new double[Neqs]; double ydumb[] = new double[Neqs];
47         double k1[] = new double[Neqs]; double k2[] = new double[Neqs];
48         double k3[] = new double[Neqs]; double k4[] = new double[Neqs];
49         f(t, y, F);
50         for (i=0; i<Neqs; i++){ k1[i] = h*F[i]; ydumb[i] = y[i] + k1[i]/2;}
51         f(t + h/2, ydumb, F);
52         for (i=0; i<Neqs; i++) { k2[i] = h*F[i]; ydumb[i] = y[i] + k2[i]/2;}
53         f(t + h/2, ydumb, F);
54         for (i=0; i<Neqs; i++) { k3[i]= h*F[i]; ydumb[i] = y[i] + k3[i];}
55         f(t + h, ydumb, F);
56         for (i=0; i<Neqs; i++) {
57             k4[i] = h*F[i]; y[i] = y[i] + (k1[i] + 2*(k2[i]+k3[i]) + k4[i])/6;}
58         }
59
60     // Model na Lotka-Volterra
61     public static void f(double t, double y[], double F[]) {
62
63         F[0] = 0.523598776*y[0]-0.016362462*y[0]*y[1]; // uravnenie za gertvite
64         F[1] = -0.523598776*y[1]+0.011635528*y[0]*y[1]; // uravnenie za hishtnicite
65
66     }
67
68 }

```

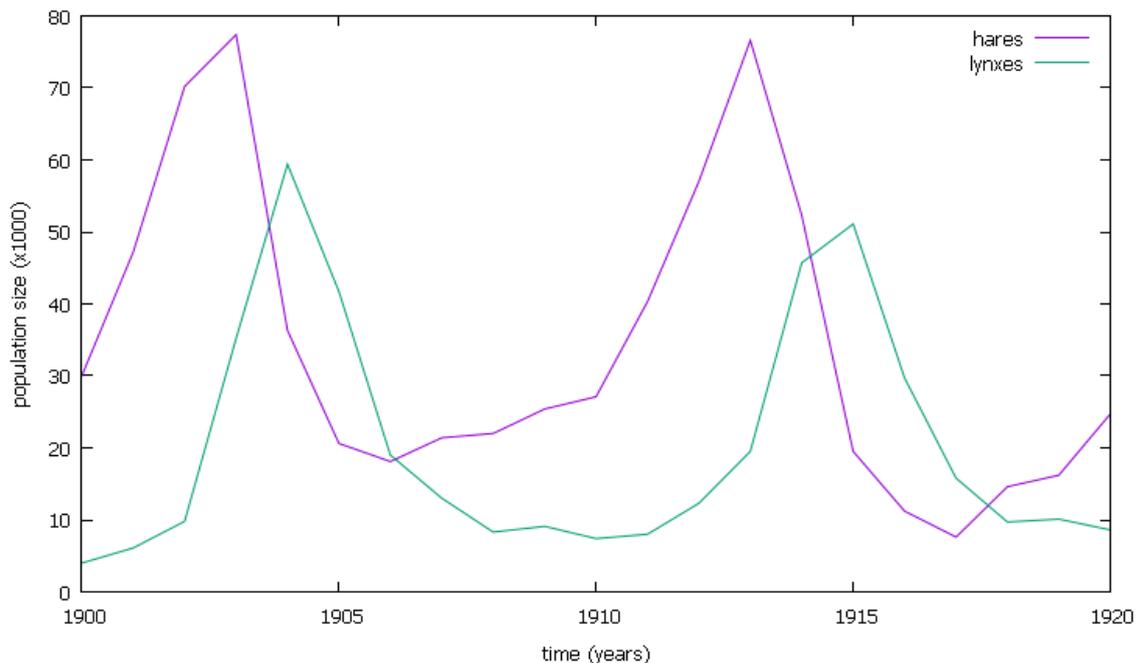
Фигура 2.1. Програма за решавање на модела на Лотка-Волтера, напирана на Java.



Фигура 2.2. Брой на жертвите (в червено) и на хищниците (в зелено) като функция на времето от модела на Лотка-Волтера.



Фигура 2.3. Фазов портрет на броя на хищниците срещу броя на жертвите от модела на Лотка-Волтера.



Фигура 2.4. Брой на зайците (в лилаво) и на рисовете (в зелено) на територията на Канада, данните са от компанията за кожени палта „Хъдсън-Бей“.

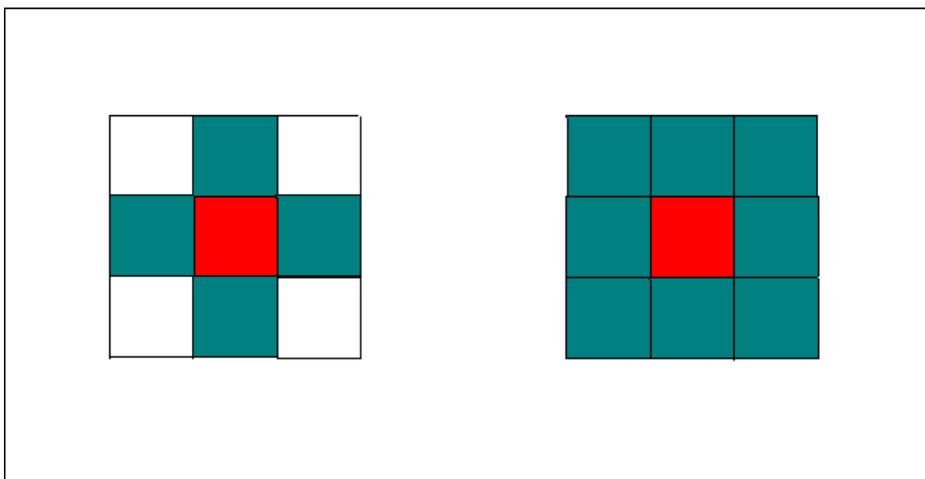
Симулиране на природни процеси и явления чрез клетъчни автомати

Видяхме, че с метода на Рунге-Кута от четвърти ред за решаване на диференциални уравнения получаваме добри резултати, сравними с експерименталните. Нека сега да видим дали ще получим добри резултати с използването на клетъчни автомати.

Клетъчният автомат е модел, състоящ се от правоъгълна решетка (grid) от клетки, като всяка клетка може да има краен брой състояния, например – жива или мъртва (Shiffman, 2012). За всяка клетка се определя съседство или околност. Съседството определя дадената клетка с колко други клетки ще взаимодейства. Съседството може да се направи по много начини, но обикновено съседите на клетката са нейните съседни клетки.

В началния момент на всяка клетка се присвоява начално състояние, като това може да се направи на случаен избор. Всички клетки и техните състояния в даден момент t се наричат поколение в момента t . Следващото поколение се създава чрез изпълнение на конкретен набор от правила. Тези правила определят новото състояние на всяка клетка в зависимост от текущото ѝ състояние и състоянията на нейните съседни клетки. Като изпълняваме многократно тези правила, то на всяка итерация ще получим развитието на системата. По този начин можем да проследим как ще еволюира дадена система.

Нека да започнем с конструирането на клетъчния автомат, който ще симулира модела на Лотка-Волтера. Ще имаме квадратна решетка, която ще се състои от 100 на 100 клетки. Този избор на размера е добър, понеже съдържа 10000 клетки, което ни дава от една страна достатъчен брой клетки от статистическа гледна точка, а от друга страна достатъчно голям избор на различни конфигурации. Множеството на състоянията на клетките ще има три състояния. Това ще са околна среда или още ще наричаме тези клетки празни (в нашата симулация ще ги оцветим с черен цвят), жертви (ще ги оцветим в син цвят) и хищници (ще ги оцветим в жълт цвят). Сега трябва да изберем съседството . Тези съседства могат да бъдат от тип фон Нойман или Мур (Chen, 2009), както е показано на фигура 2.5.



Фигура 2.5 Видове съседство. Отляво тип фон Нойман, а отясно – Мур.

Съседството тип Мур ни дава по-големи възможности и по-голяма гъвкавост, затова ще изберем него.

Нека сега да дефинираме правилата, които според нас ще симулират точно системата. Тъй като броят на състоянията е три, ще разгледаме трите случая. Когато активната клетка е празна, когато е жертва и когато е хищник.

Когато активната клетка е хищник:

- Хищникът живее (клетката остава жълта), ако има жертва около него.
- Хищникът умира (клетката става черна), ако няма жертви около него.

Когато активната клетка е жертва:

- Жертвата живее (клетката остава синя), ако няма хищници около нея.
- Жертвата умира (клетката става черна), ако има достатъчно на брой хищници около нея.
- Ако има прекалено много хищници около жертвата, то тогава жертвата умира и на нейно място се ражда хищник (клетката става жълта).
- Ако броят на хищниците е по-голям от нула и по-малък от 5, то тогава жертвата остава жива.
- Ако броят на хищниците е равен или по-голям от пет, то тогава жертвата умира и на нейно място се ражда хищник.
- Ако броят на съседните жертви е по-голям от 7, то жертвата умира (клетката става черна).

Последното се прави, за да се ограничи възможната популация на жертвите. Понеже не е реално една популация да се разширява неограничено.

Когато активната клетка е празна (околна среда):

- Празната клетка се превръща в жертва (клетката става синя), ако броят на съседните жертви е по-голям от броя на съседните хищници.
- Празната клетка се превръща в хищник (клетката става жълта), ако броят на съседните хищници е по-голям от броя на съседните жертви.

- Ако броят на съседните хищници е равен на броя на съседните жертви, то клетката остава празна (черна).

•

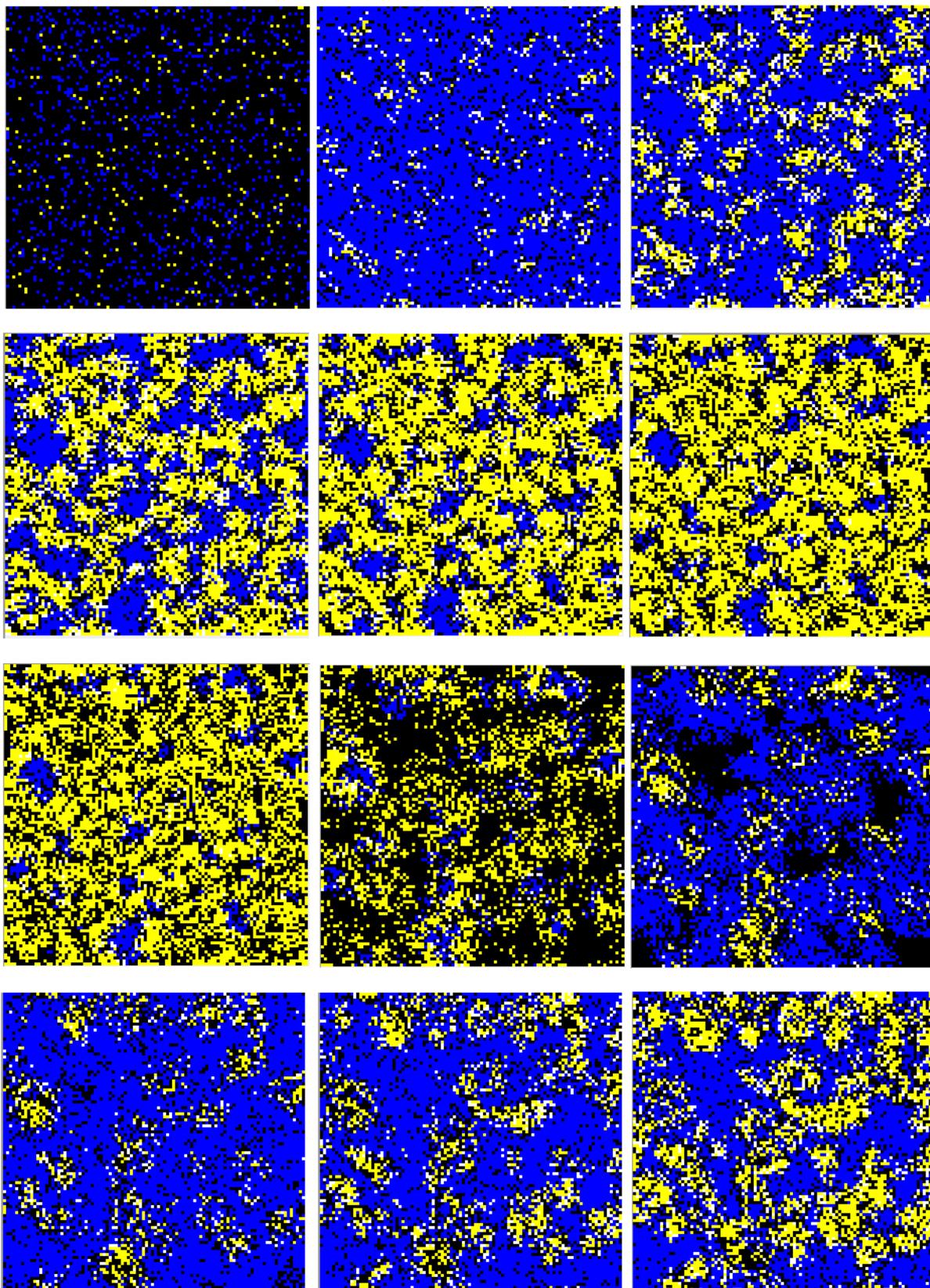
На фигура 2.6. е представено кодирането на правилата на еволюция на околната среда, хищниците и жертвите. Да разгледаме резултатите от изпълнението на програмата. На фигура 2.7. е показана симулацията в различни времеви моменти от 0 до 220 през 20 времеви стъпки. На фигура 2.8. са показани популациите на жертвите и хищниците като функция на времето. Като сравним тази получена графика с опитните данни на компанията „Хъдсън-Бей“ от предишната част на фигура 2.4., виждаме, че нашият модел правилно симулира модела на поведение на системата жертва-хищник. От получените данни можем да заключим, че моделът, симулиран с клетъчен автомат, описва правилно системата хищник-жертва и резултатите са задоволителни.

```

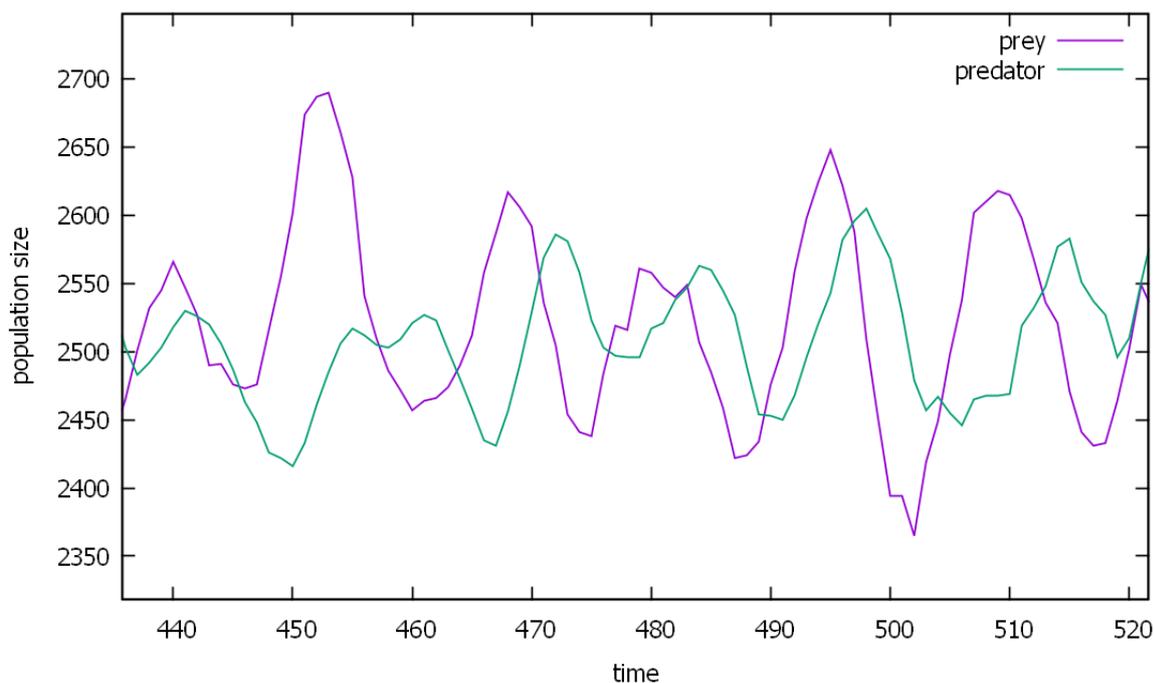
56 // Start simulation
57 for (int gen = 1; gen <= genCount; gen++) {
58     int [][] nextGrid = new int[n][n];
59
60     // Calculate next generation
61     for (int i = 0; i < n; i++) {
62         for (int j = 0; j < n; j++) {
63
64             int preyNeighbours = countPreyNeighbours(i,j);
65             int predatorNeighbours = countPredatorNeighbours(i,j);
66
67             // Rules for empty cell
68             if (grid[i][j] == 0) {
69
70                 if (preyNeighbours > 0) {
71                     if (predatorNeighbours > preyNeighbours) {
72                         nextGrid[i][j] = 2;
73                         predatorStats[gen]++;
74                     }
75                     else if (preyNeighbours > predatorNeighbours) {
76                         nextGrid[i][j] = 1;
77                         preyStats[gen]++;
78                     }
79                 }
80             } else {
81                 nextGrid[i][j] = 0;
82             }
83         }
84
85         // Rules for prey
86         else if (grid[i][j] == 1) {
87             int Rand = rand.nextInt(100);
88
89             if (preyNeighbours > 3){
90                 nextGrid[i][j] = 0;
91             }
92             else{
93                 if (predatorNeighbours > 0 && Rand < 100){
94                     nextGrid[i][j] = 2;
95                     predatorStats[gen]++;
96                 }
97                 else{
98                     nextGrid[i][j] = 1;
99                     preyStats[gen]++;
100                 }
101             }
102         }
103
104         // Rules for predator
105         else if (grid[i][j] == 2) {
106             if (preyNeighbours < predatorNeighbours + 1){
107                 nextGrid[i][j] = 0;
108             }
109             else{
110                 nextGrid[i][j] = 2;
111                 predatorStats[gen]++;
112             }
113         }
114     }

```

Фигура 2.6. Кодиране на правилата за празни клетки, хищници и жертви.



Фигура 2.7. Симулиране на модела на Лотка-Волтера с клетъчен автомат в съответните времеви моменти $t = 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220$.



Фигура 2.8. Брой на жертвите (в лилав цвят) и на хищниците (в зелен цвят) като функция на времето от симулацията на модела на Лотка-Волтера с клетъчен автомат.

Дизайн на информационната система

В тази част ще разгледаме направената от нас информационна система. Нашата информационна система е създадена да може да работи в различни режими. Тези режими са подобряване и оценяване на компетентността за решаване на проблеми, подобряване и оценяване на компетентността за съвместно решаване на проблеми. Тези компетентности ние ги разглеждаме поставени във физичен контекст. Но самата система позволява да се внедри във всякакъв контекст, например природни науки, математика, хуманитарни науки, обществени науки и т.н. Нашата система може да работи и в тестов режим. Системата ни позволява да се тестват компетентностите решаване на проблеми и съвместно решаване на проблеми, но освен това могат да се тестват и компетентности по природни науки, математика, хуманитарни и обществени науки и т.н. Едно от предимствата на системата ни е нейната способност да се адаптира и персонализира в хода на изпълнение на задачите от ученика.

Системата ни представлява уеб приложение, което може да работи в онлайн и в офлайн режим. Не е нужен постоянен достъп до интернет, за да може ученикът да работи със системата. Front-end интерфейсът е написан на HTML, CSS и JavaScript. HTML (HyperText Markup Language) е използван за изграждането на структурата и съдържанието на потребителския интерфейс. CSS (Cascading Style Sheets) служи за оформяне и стилизиране на отделните елементи, които изграждат уеб приложението, и придава крайния визуален вид на приложението. Работата и функционалността на приложението се осъществи чрез JavaScript. Използвахме го за манипулация на DOM (Document Object Model). Това ни позволи да манипулираме елементите на уеб страница в реално време, което означава, че могат да се променят съдържанието, атрибутите и стиловете без да е необходимо да се презарежда страницата. JavaScript ни осигури интерактивност и анимация в уеб приложението. Освен че това ни позволи да направим приложението интересно за учениците, това ни позволи и да регистрираме активността на потребителя по време на работата му като кликане, движение на мишката, превключване на клавишите и т.н. В онлайн режим на приложението JavaScript поддържа изпращането на асинхронни заявки чрез AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) и Fetch API. Това позволява уеб приложението да общува със сървър без необходимостта от презареждане на страницата, което подобрява потребителското усещане. За съхранението и обмена на данни сме използвали JSON. JSON (JavaScript Object Notation) е лек текстов формат за обмен на данни, който се прилага в разработката на уеб приложения. JSON представлява структуриран начин за представяне на данни, което позволява лесно сериализиране (конвертиране) на обекти и структури от програмния език в текстов формат. Това е полезно при съхранение на данни или изпращане на данни между клиент и сървър. За поддържането на сървърната част сме използвали Node.js и скриптове на python.

В следващите две части ще обърнем специално внимание на системата ни в режимите за решаване на проблеми и за екипно решаване на проблеми, затова тук бихме искали да обърнем внимание на системата в тестов режим. На фигура 2.9 е показана системата в тестов режим.

Въпрос : 1 / 10

Плаваща сила в течности Еластичен и нееластичен сблъсък

Плаваща сила в течности

Колко кубични сантиметра ще бъде изместеният от тялото обем, ако потопеността му е 5 см. (площ - 100 кв.см., височина - 5.0 см., плътност(тяло) - 3.0, плътност(теч.) - 1.0)?

A. 500

B. 450

C. 300

D. 550

Следващ въпрос

Фигура 2.9. Скриншот на информационната система в тестов режим.

В примера на фигура 2.9. учениците отговарят на общо десет въпроса от две теми. Тези теми са плаване на тела и еластичен и нееластичен удар. В примера задачата е от плаване на тела. Задачата е от затворен тип с един верен отговор.

В рамките на една сесия системата позволява да се използват широк спектър от въпроси, включително въпроси с избираем, въпроси с кратък отговор, въпроси с разширен отговор и други.

Стремежът ни е бил нашата електронна система в режим оценяване да отговаря на следните изисквания (Buzzetto-More, 2009):

- надеждност: системата да осигури справедливо , точно и коректно оценяване, като получената оценка максимално близко да отразява реалните ученически знания и компетентности.
- валидност: системата и тестовете трябва да бъдат достатъчно прецизни и да мерят това, което се иска от тях, тоест те трябва

да оценяват знанията, уменията и способностите, за които тестът е създаден и претендира да оценява.

- полезност: системата предоставя обратна връзка, която помага за подобряване на обучението и обучителния процес. Това може да включва незабавна обратна връзка за учениците и подробни анализи за учителите.
- безопасност: системата трябва да защитава конфиденциалността на учениците и да предотвратява опити за измами.

Нашата система най-често използва следните типове въпроси: въпроси с избираем отговор, въпроси с кратък отговор и въпроси с разширен отговор. Въпросите с избираем отговор предлагат на учениците няколко възможни отговора, от които само един е верен. Въпросите с избираем отговор могат да покриват голям обхват от теми и да бъдат бързо и обективно оценявани. Въпреки това те могат да ограничат критическото мислене и да насърчават запомнянето, вместо разбирането (Scouller, 1998). При въпроси с кратък отговор от учениците се изисква да дадат кратък, свободен отговор на въпроса. Въпросите с кратък отговор позволяват на учениците да формулират свои собствени отговори, което може да подпомогне разбирането и усвояването на информацията. Но този тип въпроси могат да бъдат трудни за оценка и могат да ограничат обхвата на темите, които могат да бъдат покрити в един тест (Scouller, 1998). Въпроси с разширен отговор изискват от учениците да формулират собствен отговор, като обикновено им се дава по-голяма свобода на отговора. Учениците имат и по-голяма свобода на аргументите и средствата за представяне на своята теза и доказателства. Те са полезни за оценяване на по-качественото и по-дълбокото разбиране на концепции и понятия, за оценяване на критическото мислене и оценяване на писмените умения. Оценяването обаче може да бъде времеемко и субективно, а в някои случаи може да бъде трудно да се прилага стандартизиран и автоматизиран критерий за оценка (Bennett, 2015).

Освен споменатите видове въпроси има и други типове въпроси например въпроси с няколко правилни отговора, въпроси за вярно и невярно, въпроси за съответствие и т.н. Всеки от тези типове въпроси може

да бъде използван в информационната ни система и всеки от тези типове въпроси има своите силни и слаби страни и трябва да се използва според контекста и целта на оценяването.

Кодирание на уменията за решаване на проблеми

В настоящата част ще разгледаме нашата платформа в модула за решаване на проблеми. Въпреки че нашата система взема пример от системата, която е представена от PISA през 2012 за решаване на проблеми, то има съществени и качествени различия. Едно от важните различия е отношението на PISA и нашето отношение към специфичните знания към дадена област. Според PISA за измерването на компетентността за решаване на проблеми трябва да се ограничи и минимализира необходимостта от специфични знания в дадена област. По този начин ще се получи едно „чисто“ измерване на областта на компетентност по решаване на проблеми. Съгласни сме с PISA, че ако главната цел е измерване само на компетентността за решаване на проблеми и то на ученици от цял свят с различни образователни системи и различни образователни програми, то ограничаването на специфичните знания в определена област е правилно. Но нашата цел не е само тестване на компетентностите за решаване на проблеми и решаването на проблеми в екип. Нашата главна цел е развиването у учениците на тези компетентности. И още по-конкретно тяхното развиване в учебна среда. Нашият анализ показва, че ако искаме да развиваме уменията на 21-ви век в училищна среда, то тогава тези умения трябва да бъдат внедрени в самите учебни предмети и учебни програми. Затова ние разглеждаме компетентността за решаване на проблеми във физичен контекст. Но освен тази основна логика за неизменната връзка на решаването на проблеми и специфичните знания в учебна среда бихме искали още да дадем доказателства за ползите от внедряването на специфичните знания от дадена област в компетентността за решаване на проблеми.

Специфичните знания за дадена област се отнасят до експертните познания, умения и разбиране, които са характерни за определена сфера

или тематика. В контекста на компетентността за решаване на проблеми, това е знанието, необходимо за ефективно справяне с проблеми, които са уникални за дадена област. Компетентността за решаване на проблеми е способността на индивида да идентифицира, разбира и ефективно да се справя с въпроси или предизвикателства. Това включва комбинация от когнитивни умения, критично мислене, креативност и специфични знания за дадена област. Специфичните знания за дадена област играят критична роля в компетентността за решаване на проблеми, тъй като осигуряват необходимата основа за разпознаване на нюансите, ограниченията и възможностите в рамките на конкретната област. Това разбиране позволява на учениците да прилагат подходящи стратегии и техники за решаване на проблеми. Нека да изброим как специфичните знания за дадена област допринасят за компетентността за решаване на проблеми.

- Запознатост с терминологията и понятията: Разбирането на езика и идеите, използвани в рамките на една област, е основно за ефективната комуникация и разбиране на предстоящите проблеми.
- Запознатост с общи проблеми и предизвикателства: Знанието за типичните пречки и затруднения в рамките на дадена област може да помогне на индивидите да ги предвидят и решават по-ефективно.
- Запознатост с добри практики и методологии: Специфичните знания за дадена област включват разбиране на най-ефективните техники, инструменти и подходи за решаване на проблеми в рамките на тази област.
- Разбиране на контекста и ограниченията на областта: Това знание помага на индивидите да разпознаят ограниченията и възможностите в рамките на своята област, което може да повлияе на техния подход към решаване на проблеми.
- Способност да се основава на съответни примери и проучвания: Знанието за предишни успехи и провали в рамките на дадена област може да предостави ценни прозрения и уроци за справяне с настоящите проблеми.

Обобщавайки, специфичните знания за дадена област са от съществено значение за компетентността за решаване на проблеми, тъй като

предоставят необходимата основа на учениците да идентифицират, да разберат и ефективно да се справят с проблеми в рамките на определена сфера или предметна област. Развитието на специфични знания за дадена област често изисква образование, обучения и опит в съответната област.

Внедряването на уменията за решаване на проблеми в информационните системи включва използването на сложни когнитивни задачи, които изискват прилагането на специфични за областта знания и умения и също така общи знания и умения. Това изисква интегрирането на множество умения, включително изследване и разбиране, представяне и формулиране, планиране и изпълнение, мониторинг и обратна връзка, както вече споменахме тези умения фигурират в различните концепции за решаване на проблеми.

Изследването и разбирането е началната фаза от процеса, която включва идентифицирането на проблема и разбирането на неговата природа. В контекста на информационните системи това може да включва разбиране на функционалността на системата, идентифициране и разпознаване на възможностите, които дава информационната система, но и на нейните ограничения (Jonassen, 2000).

След като проблемът е разбран, той трябва да бъде представен по начин, който позволява да бъде разрешен (Polya, 1945). Това се случва във втория етап на представяне и формулиране. В информационните системи това може да включва създаване на модели на данни или сценарии за използване, проектиране на алгоритми или формулиране на заявки за търсене и сравняване по критерии.

Следващата стъпка е планиране и изпълнение. При нея трябва да се разработи план за решаване на проблема и след това да се изпълни този план. Това може да включва избор на подходящи средства и инструменти за изпълнение на отделните подзадачи, които да доведат до цялостното завършване на задачата и до постигането на определената цел (Bransford & Stein, 1993).

Крайната фаза на решаването на проблеми включва мониторинг на ефективността на решението и обратната връзка в изпълнението на процеса. При използването на информационните системи това може да включва тестване на различните състояния на системата, събиране на

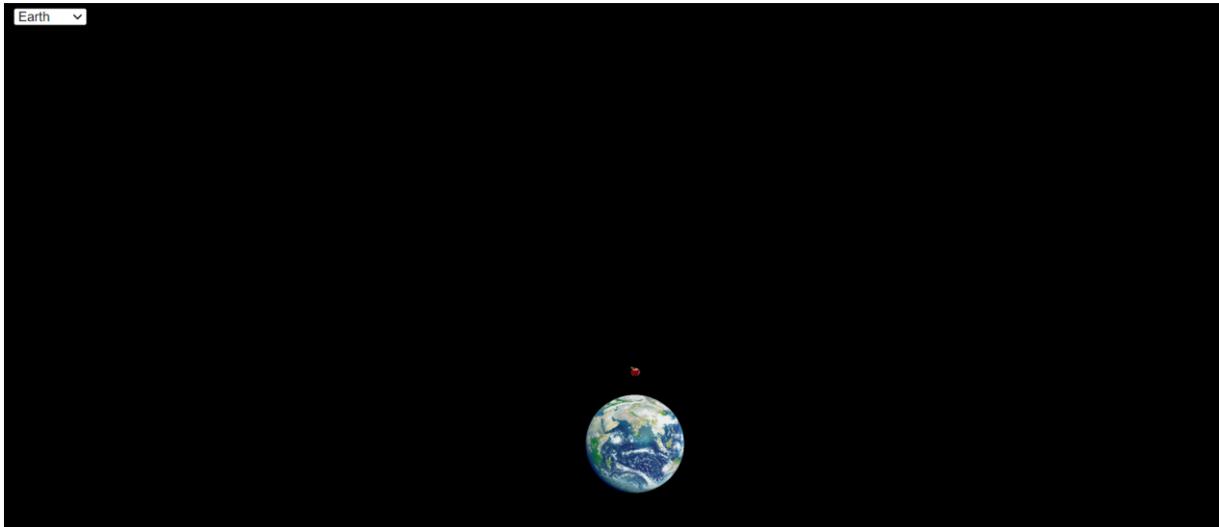
отзивни от отделните членове на екипа и рефлексия на процеса на решаване на проблема, за да се подобри бъдещата работа (Schön, 1983).

Подходът към решаване на проблеми, описан по-горе, съвпада добре с подхода, използван в изследването PISA 2012 за решаване на проблеми, което също подчертава разбирането на проблема, разработването на план, изпълнението на плана и след това отразяването на процеса и решението (OECD, 2014). И двата подхода подчертават важността на активното ангажиране с проблема, обмисленото планиране и прилагането на обратна връзка.

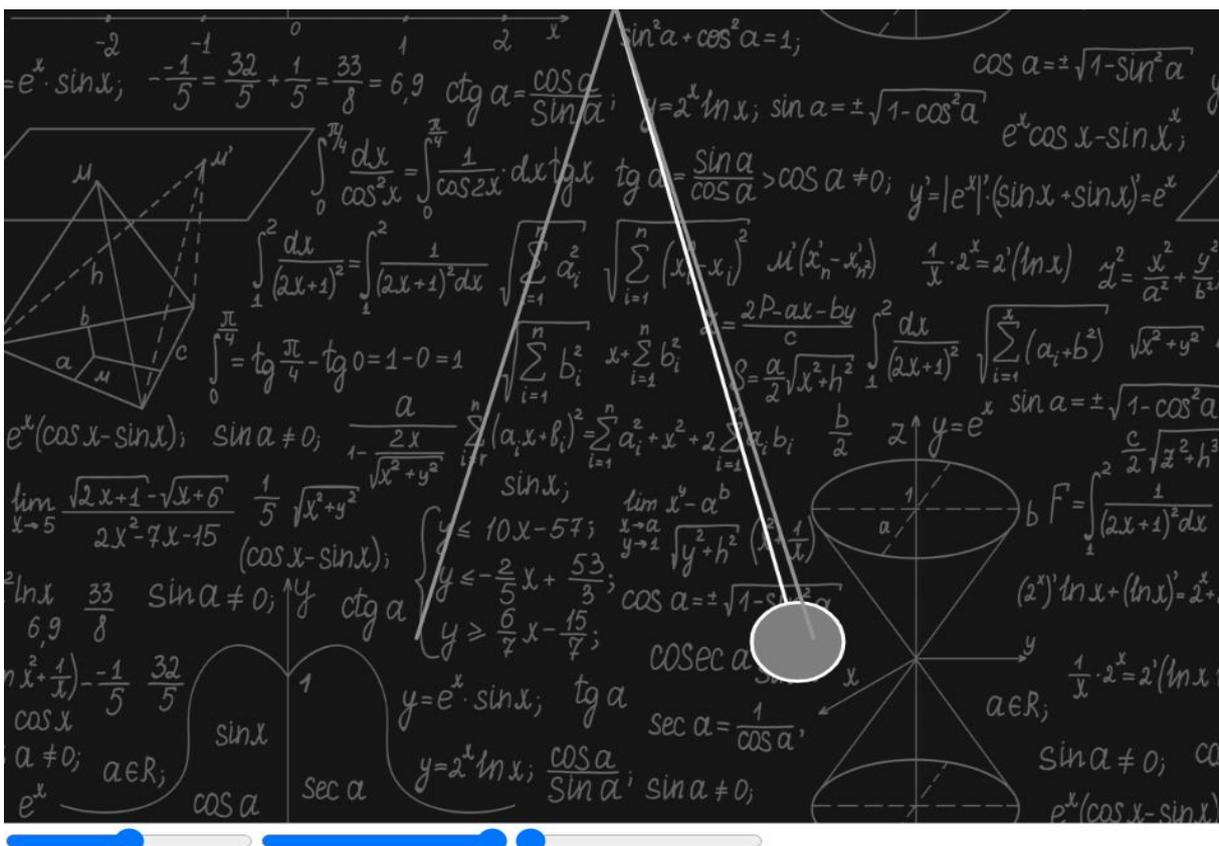
На фигури 2.10 и 2.11 са показани скрийншотовете на внедрените от нас интерактивни симулации, чрез които може да се развият и оценяват уменията за решаване на проблеми от учениците. На фигура 2.10 е показана интерактивната задача, при която една ябълка пада на различните планети от Слънчевата система. Задачата е комплексна и изисква от учениците да проявят творческо мислене и креативност. За да се реши задачата, учениците трябва да достигнат до извода, че самата информационна система не им дава необходимите инструменти за достигане на цялостното решение. В този случай те трябва да използват външно мобилно устройство, с което да извършват част от измерванията. След като бъдат направени измерванията, учениците ще установят, че определени стойности са прекалено малки, за да могат да бъдат анализирани без допълнителен софтуер. Без използването на този допълнителен софтуер част от експериментите са практически невъзможни за анализирание. След използването на допълнителния софтуер учениците имат възможността да приложат успешно физичните формули за намирането на отделните физични величини, които се търсят.

На фигура 2.11 е показана друга интерактивна задача, при която се изследва хармонично трептене с помощта на симулация на математическо махало. Задачата може да се прилага както за качествен, така и за количествен анализ. В най-простият случай ученикът трябва да определи от какво зависи периодът на математическото махало. Ученикът има възможността да променя дължината и масата на махалото и по този начин да сравнява получените периоди. Ученикът трябва да действа последователно и да се концентрира на точно определен параметър при

всяко едно пускане на симулацията, за да може да разграничи различните влияния и по този начин да определи точните зависимости.



Фигура 2.10. Скриншот на задачата „Падаща ябълка“.



$g = 9.81$

Фигура 2.11. Скриншот на задачата „Математическо махало“.

Кодиране на уменията за решаване на проблеми в екип

Уменията за екипно решаване на проблеми са значим аспект на съвременното образование, което е подчертано от тяхното включване в проучването PISA от 2015 година (OECD, 2017). Екипното решаване на проблеми може да се разглежда като способността на учениците да работят в екип за идентифициране и решаване на проблеми, свързани с разбирането на проблема, неговото представяне, създаване на план за решение, изпълнение на плана за решение и осъществяването на обратна връзка по време на целия този процес.

Нашата система позволява да се дават упражнения за екипно решаване на проблеми. Учениците могат да бъдат разделени на малки екипи и да им бъде дадена определена физична задача. Тогава те ще трябва да работят заедно за дефинирането на проблема, определянето на стратегията, изпълнението на отделните подзадачи и контролът и обратната връзка. Това отразява екипните практики в индустрията и изисква от участниците ефективно да комуникират, да управляват времето и задачите си и да сътрудничат за решаване на възникващите проблеми. Екипната работа е показала, че подобрява качеството на решението и уменията на съответните лица (Salleh, 2011).

Едно от интересните приложения на системата е екипното отстраняване на грешки. Отстраняването на грешките е критичен аспект от изграждането на цялостни решения и тяхното внедряване. Ангажирането на учениците с упражнения за екипно отстраняване на грешки може да насърчи както уменията за решаване на проблеми, така и уменията за сътрудничество. Това също съответства на реални сценарии, при които екипи работят заедно, за да идентифицират и коригират грешки или проблеми (LaToza, 2006).

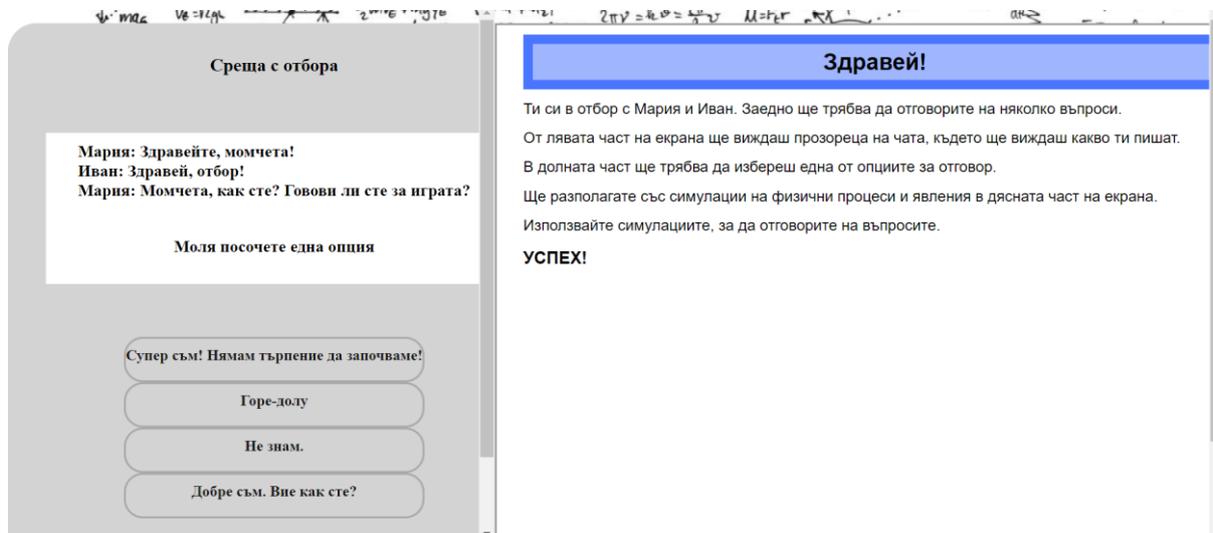
Друг интересен аспект е използване на екипни инструменти. Насърчаването на учениците да използват инструменти, които подкрепят екипната работа, може да насърчи уменията за екипно решаване на проблеми. Тези инструменти могат да включват платформи за споделени документи, софтуер за управление на проекти или системи за контрол на изпълнението на задачите, които се използват вече масово в работните среди (Storey, 2020).

Тестването на уменията за екипно решаване на проблеми в този контекст може да бъде предизвикателство поради качествената природа на сътрудничеството. Също така е предизвикателство да се избере алтернативен метод за верификация. На практика много често се използват методи като оценка от връстниците, където членовете на екипа оценяват приноса на всеки, или експертна оценка, където учител или инструктор оценява процеса и резултата (OECD, 2017).

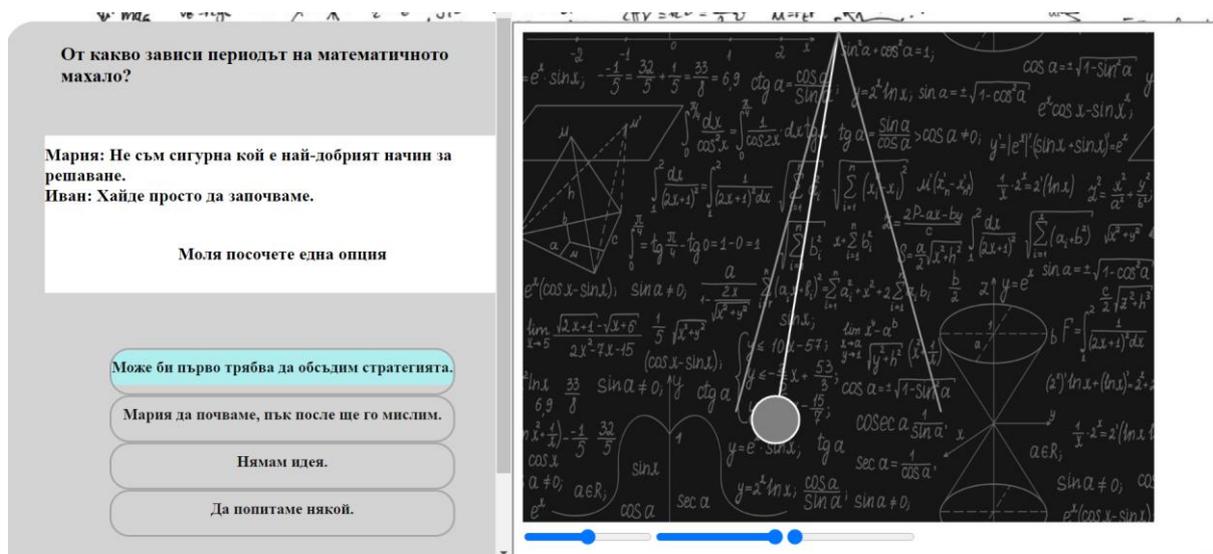
За оценяването на уменията на учениците за екипно решаване на проблеми сме разработили задачи, които съдържат въпроси от различни дялове на физиката, които оценяват отделните подумения за екипно решаване на проблеми. От фигура 2.12 до фигура 2.22 сме показали скрийншотовете на едно примерно изпълнение. Тук учениците с помощта на интерактивни симулации решават задачи от математическо махало и свързване на консуматори в електрически вериги. Поради своята интерактивност не е възможно да покажем всички възможни състояния на системата. Системата се състои основно от два модула. Първият модул е така нареченият виртуален чат, където ученикът общува с компютърни агенти. Тук целта е да се развият и да се изследват уменията на ученика за екипна работа. Вторият модул е обикновено интерактивна симулация на даден физичен процес или явления. Тук целта е да се развият и да се изследват уменията на ученика за решаване на проблеми. Нека да разгледаме възможните етапи.

На фигура 2.12 е показан скрийншот от началния екран. В тази част ученикът трябва да се запознае със самата система и да се ориентира. В десния панел има кратко обяснение на задачите. В левия панел ученикът се запознава с отбора и се тества неговото умение да стартира успешна комуникация.

На фигура 2.13 ученикът получава първия въпрос от какво зависи периодът на математическото махало. В десния панел ученикът вижда интерактивна симулация на математическо махало. Ученикът трябва сам да се запознае и да се ориентира в симулацията. В същото време в левия панел компютърните агенти започват диалог и ученикът трябва да вземе отношение като предложи обсъждането на първоначална стратегия с отбора.

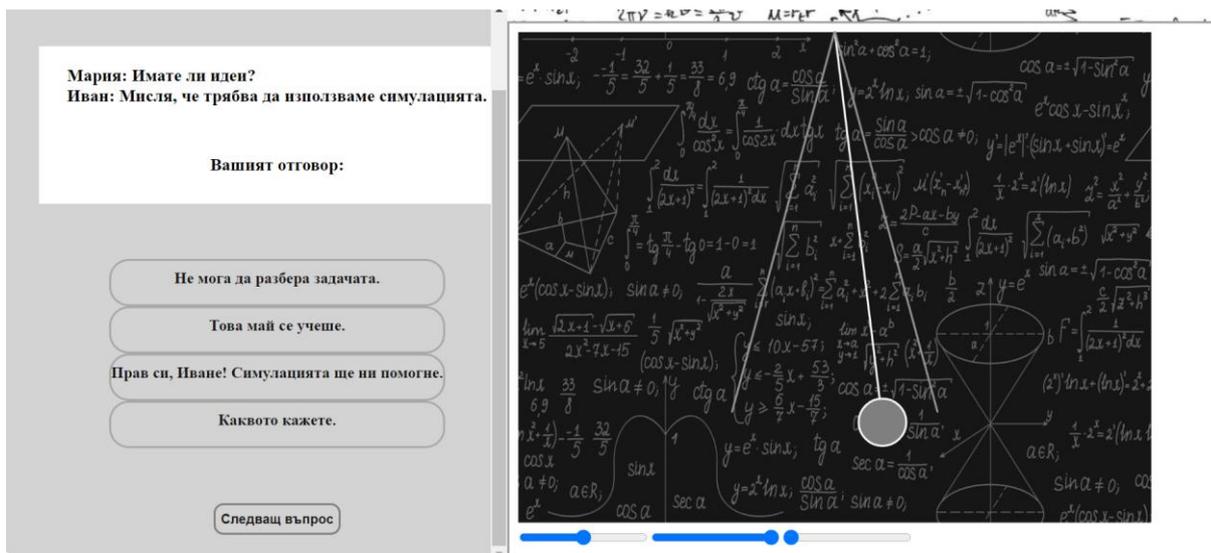


Фигура 2.12. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 1.



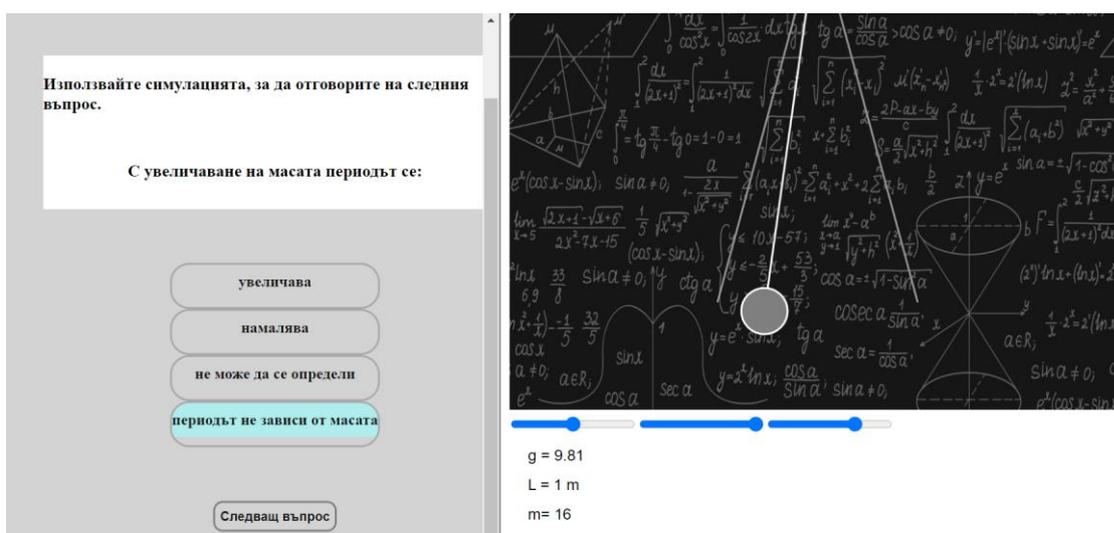
Фигура 2.13. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 2.

На фигура 2.14 компютърните агенти Иван и Мария обсъждат изготвянето на план, който да доведе до решението на проблема. Ученикът трябва да избере една от четирите опции, при която смята, че ще бъде най-полезна за евентуалното достигане до изготвянето на правилен план за решение на задачата.



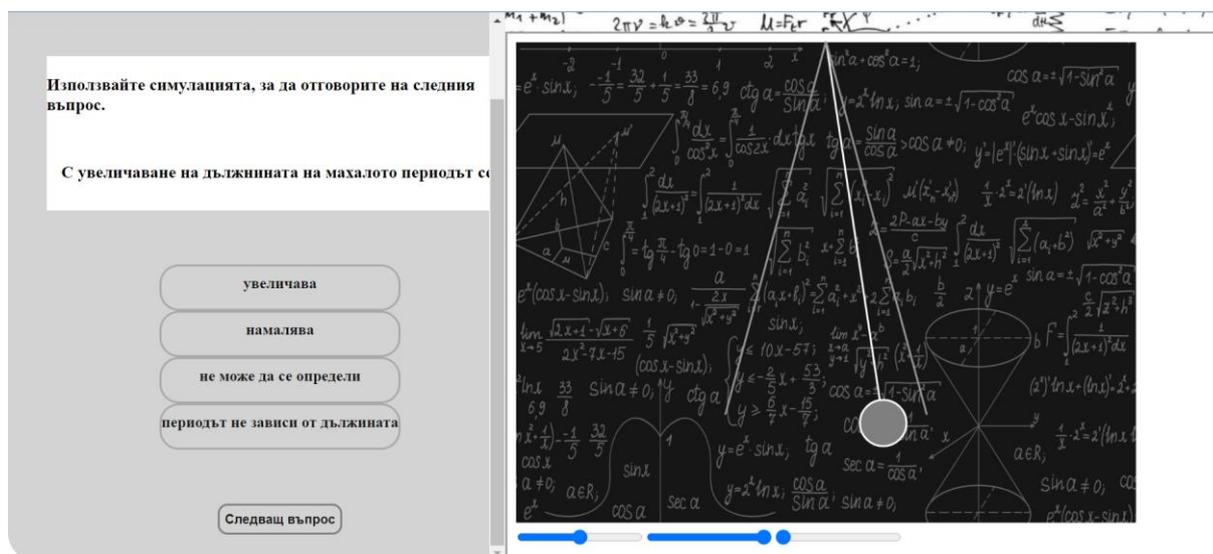
Фигура 2.14. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 3.

На фигура 2.15 е поставена конкретна задача на ученика, с която се цели да се тестват неговите умения за решаване на проблеми. Ученикът трябва да отговори на въпроса с увеличаване на масата на топчето дали и как се променя периодът на математическото махало. За да реши правилно задачата, ученикът трябва първо да се ориентира кой бутон за какво служи. След като е определил това, той или тя трябва да променя само масата на математическото махало, а другите параметри да не се променят. По този начин ученикът може да достигне до правилния извод, че масата не влияе на периода на математическо махало.



Фигура 2.15. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 4.

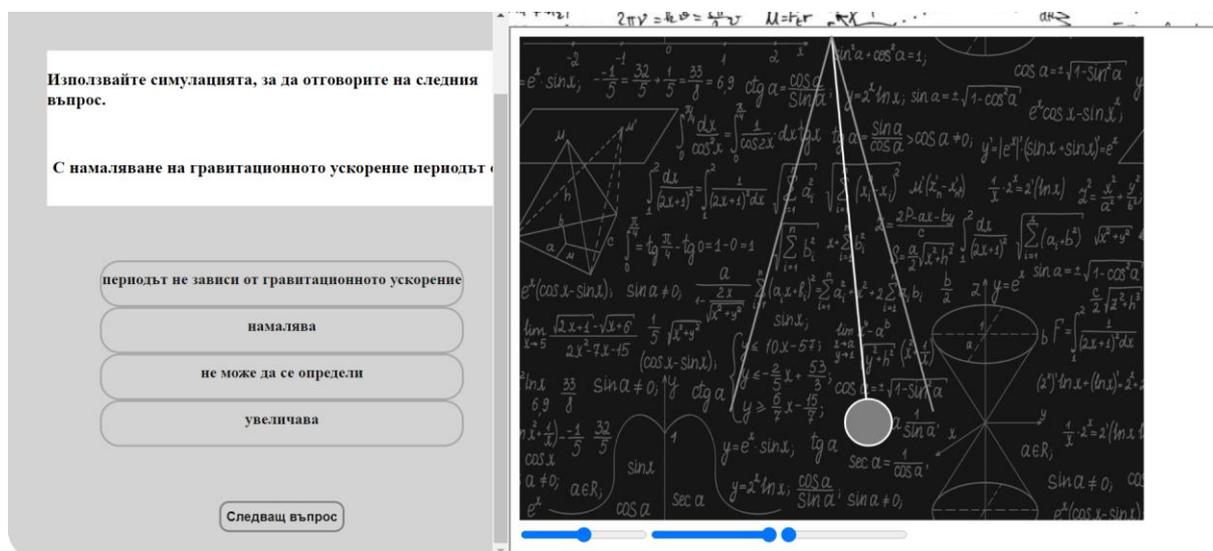
На фигура 2.16 е поставена друга задача на ученика, с която отново се цели да се тестват умения му за решаване на проблеми. Ученикът трябва да отговори на въпроса с увеличаване на дължината на махалото дали и как се променя периодът на математическото махало. За да реши правилно задачата, ученикът трябва първо да се ориентира кой бутон за какво служи. Това се предполага ученикът вече да го знае, ако е работил правилно в предишната задача. След като е определил това, той или тя трябва да променя само дължината на математическото махало, а другите параметри да не се променят. По този начин ученикът може да достигне до правилния извод, че с увеличаване на дължината на математическото махало периодът нараства. Тук не е необходимо ученикът да знае формулата за период и дължина на математическо махало. За ученици с повишен интерес към математиката и природните науки може да се постави въпросът да се опитат да изведат тази формула или ако е знаят да я съпоставят с експерименталните данни от симулацията.



Фигура 2.16. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 5.

На фигура 2.17 е поставена още една задача на ученика, с която отново се тестват умения му за решаване на проблеми. Ученикът трябва да отговори на въпроса с намаляване на гравитационното ускорение дали и как се променя периодът на математическото махало. За да реши правилно задачата, ученикът трябва първо да се ориентира кой бутон за какво служи.

Това се предполага ученикът вече да го знае, ако е работил правилно в предишните две задачи. След като е определил това, той или тя трябва да променя само големината на гравитационното ускорение, а другите параметри да не се променят. По този начин ученикът може да достигне до правилния извод, че с увеличаване на големината на гравитационното ускорение периодът намалява. Тук не е необходимо ученикът да знае формулата за период, дължина на математическо махало и гравитационно ускорение. За ученици с повишен интерес към математиката и природните науки може да се постави въпросът да се опитат да изведат тази формула или ако е знаят да я съпоставят с експерименталните данни от симулацията.



Фигура 2.17. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 6.

На фигура 2.18 ученикът преминава на следващия раздел от физиката. Ученикът получава въпрос как се променя еквивалентното съпротивление при успоредно и последователно свързване на консуматори. В десния панел ученикът вижда интерактивна симулация на електрическа верига. В тази симулация ученикът може да добавя резистори, които да бъдат успоредно или последователно включени към електрическата верига. Може също така да използва амперметър и волтметър, за да измерва съответно токът във веригата и напрежението. Ученикът трябва сам да се запознае и да се ориентира в симулацията. В същото време в левия панел компютърните агенти отново започват диалог. Двата компютърни агенти

Мария и Иван споделят, че не разбират от електричество и не знаят какво да правят. Ученикът трябва да избере опция, при която смята, че ще окуражи отбора и ще ги мотивира достатъчно, за да се справят със задачата.

Как се променя еквивалентното съпротивление при успоредно и последователно свързване?

Иван: Ох, по електричество едва вързах тройката.
Мария: И аз съм много зле по електричество.

Нулиране

Напрежение на батери: 12,0

Съпротивление: 100

Добавете резист (последователно)

Добавете резист (успоредно)

Измервателни уреди:

Волтметър

Амперметър

Напрежение: 12,0 V
Големина на тока: 0,120 A
Еквивалентно съпротивление: 100 Ω

И аз нищо не знам.

Тук вече трябва да препишем отнякъде.

Ще налучкваме.

Нищо, заедно ще помислим и ще се справим.

Фигура 2.18. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 7.

На фигура 2.19 диалогът продължава. Иван споделя, че няма идея какво трябва да се направи и не може нищо да измисли. Мария споделя, че си спомня, че при последователно свързване тече еднакъв ток, а при успоредно свързване напрежението е еднакво. Ученикът отново трябва да избере опция, която смята, че ще бъде най-подходяща за продължаване на усилията на екипа да се справи със задачата успешно.

Иван: Нищо не мога да измисля.
Мария: Аз се сещам, че при последователното свързване тече еднакъв ток. А при успоредно свързване напрежението е еднакво.

Вие:

Нулиране

Напрежение на батери: 12,0

Съпротивление: 100

Добавете резист (последователно)

Добавете резист (успоредно)

Измервателни уреди:

Волтметър

Амперметър

Напрежение: 12,0 V
Големина на тока: 0,120 A
Еквивалентно съпротивление: 100 Ω

Мария, ако знаеш нещо, отговори.

Предлагам да видим симулацията какво ще покаже.

И аз нищо не мога да кажа.

Трябва ми още време да помисля.

Следващ въпрос

Фигура 2.19. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 8.

На фигура 2.20 е поставена конкретна задача на ученика, с която се цели да се тестват неговите умения за решаване на проблеми от областта на електричеството. Ученикът трябва да отговори на въпроса при добавяне на консуматори, които са включени последователно, какво се случва с еквивалентното съпротивление. За да реши правилно задачата, ученикът трябва първо да се ориентира в симулацията и кой бутон за какво служи. След като е определил това, той или тя трябва да добавят последователно свързани консуматори и да проследи какво се случва с електрическата верига. По този начин ученикът може да достигне до правилния извод, че при последователно свързване на консуматори еквивалентното съпротивление нараства. Тук не е необходимо ученикът да знае формулата за еквивалентно съпротивление при последователно свързване. За ученици с повишен интерес към математиката и природните науки може да се постави въпросът да се опитат да изведат тази формула или ако е знаят да я съпоставят с експерименталните данни от симулацията.

Используйте симулацията, за да отговорите на следния въпрос.

При последователно свързване еквивалентното съпротивление:

не може да се определи
намалява
се увеличава
не се променя

Следващ въпрос

100 Ω

12,0 V

Напрежение: 12,0 V
Големина на тока: 0,120 A
Еквивалентно съпротивление: 100 Ω

Нулиране

Напрежение на батерия: 12,0

Съпротивление: 100

Добавете резистор (последователно)

Добавете резистор (усредно)

Измервателни уреди:

Волтметър

Амперметър

Фигура 2.20. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 9.

На фигура 2.21 е поставена отново конкретна задача на ученика, с която се цели да се тестват неговите умения за решаване на проблеми от областта на електричеството. Ученикът трябва да отговори на въпроса при добавяне

на консуматори, които са включени успоредно, какво се случва с еквивалентното съпротивление. За да реши правилно задачата, ученикът трябва първо да се ориентира в симулацията и кой бутон за какво служи. Това вече ученикът трябва да го знае, ако е работил правилно в предишната задача. След като е определил това, той или тя трябва да добавят успоредно свързани консуматори и да проследи какво се случва с електрическата верига. По този начин ученикът може да достигне до правилния извод, че при успоредно свързване на консуматори еквивалентното съпротивление намалява. Тук не е необходимо ученикът да знае формулата за еквивалентно съпротивление при успоредно свързване. За ученици с повишен интерес към математиката и природните науки може да се постави въпросът да се опитат да изведат тази формула или ако е знаят да я съпоставят с експерименталните данни от симулацията.

Използвайте симулацията, за да отговорите на следния въпрос.

При успоредно свързване еквивалентното съпротивление

не може да се определи
намалява
се увеличава
не се променя

Следващ въпрос

100 Ω

12,0 V

Напрежение: 12,0 V
Големина на тока: 0,120 A
Еквивалентно съпротивление: 100 Ω

Нулиране

Напрежение на батери: 12,0

Съпротивление: 100

Добавете резист (последователно)

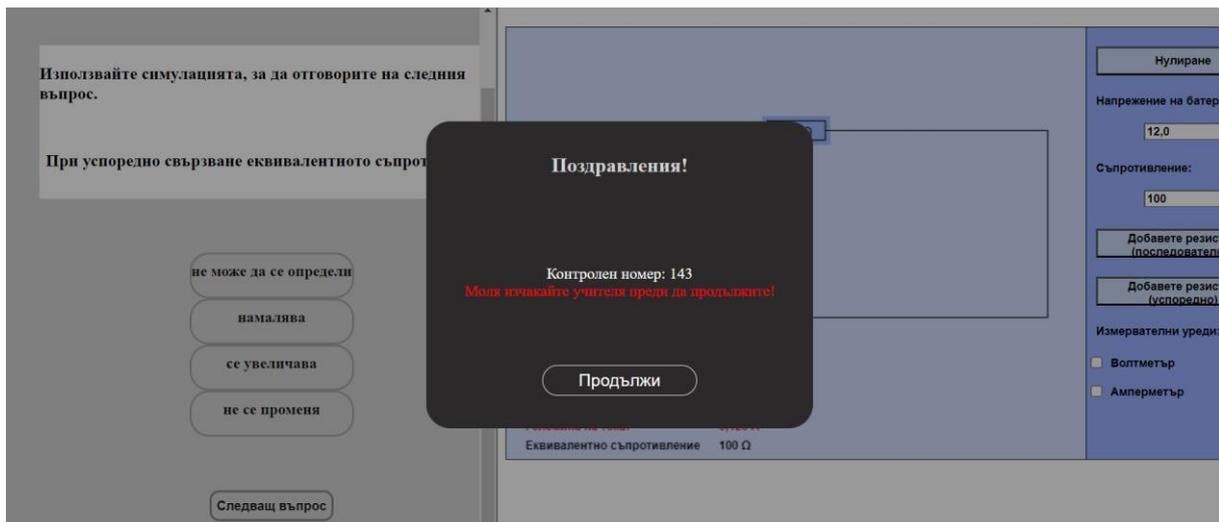
Добавете резист (успоредно)

Измервателни уреди:

Волтметър

Амперметър

Фигура 2.21. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 10.



Фигура 2.22. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 11.

На фигура 2.22 се поставя край на задачата. Появява се диалогов прозорец, който поздравява ученика с приключването на изпълнението на задачата. В зависимост от режима и настройките информационната система дава контролен номер, с който на следващ етап учителят може да види резултатите на ученика или може да се генерира в реално време отчета и обратната връзка от изпълнението на задачата.

Трета глава: Изследователска част

Изследователски въпроси, задачи и цели на изследването

За да се справим успешно с темата на дисертационния труд, която е създаване и използване на информационни системи за екипно решаване на проблеми в обучението по физика, ние си поставихме следните изследователски въпроси.

Първият въпрос е кои са добрите международни практики при внедряването на новите умения и компетентности, дефинирани в рамките на уменията и компетентностите на 21-ви век и по-конкретно на компетентността екипно решаване на проблеми. На този въпрос отговорихме в първа глава. Ние проучихме добрите международни практики и методологии, които биха дали добри резултати при тяхното реално внедряване в българска училищна среда. По отношение на концепциите за уменията на 21-ви век описахме добрите практики на ACARA (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority), добрия модел от образователната система в Сингапур, програмата „Партньорство за уменията на 21-ви век“, програмата ATC21S (Assessment and teaching of 21st century skills), Европейската рамка за ключовите компетентности и ученето през целия живот и практиките и разпоредбите, които са заложили в закона за предучилищното и училищното образование в България. След това разгледахме концепциите и методологиите при екипната работа и решаването на проблеми. Направихме анализ и сравнение на рамките за екипно решаване на проблеми. Сравнихме рамките на CRESST, PISA и ATC21S.

Вторият въпрос е за подбиране на модели и практики, които в най-голяма степен отговарят на нуждите на българското образование. България е част от Европейският съюз и е транспонирала голяма част от ключовите европейски документи и стратегии. Затова смятаме, че от споменатите и описаните в първа глава концепции, най-подходящи са Европейската рамка за ключовите компетентности и ученето през целия живот и концепциите на PISA за внедряване в българската образователна система. Разбира се от другите концепции също може и трябва да се заимстват добрите практики.

Третият въпрос е за създаване на теоретичен модел със съответната методика и инструментариум за екипно решаване на проблеми, който да бъде реално приложен в обучението по физика. Ние смятаме, че подходящ модел, който да се приложи в българското образование, е моделът, приложен от PISA през 2012 и 2015 при изследванията на компетентностите за решаване на проблеми и за съвместното решаване на проблеми. На базата на тази методология ние разгледахме компетентността за екипно решаване на проблеми като компетентност, която се състои от следните дванадесет компоненти. Това са :

- спазване на приетите правила за участие в екипа;
- обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема;
- разбиране на представите и способностите на членовете на екипа;
- разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема;
- формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема;
- дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени;
- определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация (общуване/правила на участие);
- разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите;
- предлагане на план за действие;
- мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък;
- мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема;
- мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема.

На базата на тези компоненти ние съставихме задачи от различни дялове от физиката, които се изучават в класовете от седми до десети клас, и ги внедрихме в обучителния процес.

Четвъртият въпрос и съответната задача е за създаване на информационна система за обучение на компетентността екипно решаване на физични проблеми на базата на създадената методология. Този въпрос и задача са решени. На тях има посветена цяла глава. Ние създадохме уеб приложение, което позволява да се развиват и да се тестват уменията на учениците за екипно решаване на физични проблеми. За тази цел приложението се състои от два основни модула. Единият модул е за решаване на физични проблеми. Той предоставя на учениците интерактивна симулация, с която да изучават даден физичен процес или явления. Вторият модул е предназначен за екипната работа. Този модул представлява виртуален час с компютърни агенти. При него ученикът води комуникация с компютърните агенти, които го поставят в различни ситуации, чрез които се тестват уменията на ученика да се включи ефективно в екипни дейности.

Следващата стъпка беше практическото реализиране. За практическото реализиране ние направихме следните стъпки. Внедрихме информационната система в образователния процес по физика и астрономия в класовете от седми до десети клас в столичното 125. СУ „Боян Пенев“. Проведохме дидактическият експеримент, който ще бъде описан в следващата част. На базата на дидактическият експеримент определихме нивото на компетентност за съвместно решаване на проблеми на избрана извадка ученици от прогимназиален и гимназиален етап. Сравнихме резултатите на контролната и експерименталната група. Резултатите ще бъдат обсъдени в следващите части.

Целта на дисертационния труд е да се разработи концепция, инструменти и модели за формиране на умения от учениците за работа в екип в обучението по физика и астрономия в прогимназиален и гимназиален етап. Тази концепция да бъде внедрена в реална училищна практика. Да бъде извършен експеримент, който да позволи събирането на данни, от които да се направят съответните изводи.

Методология на изследването – дидактически експеримент, тестове, анкети, сравнителен анализ

Научните изследвания в образованието се провеждат чрез различни методологии, които имат за цел да съберат, обработят и анализират информацията, която се получава по време на изследването. Тези методологии са разнообразни и се избират в зависимост от целта на изследването, характеристиките на обекта на изследване и други фактори. Една от методологиите, която се използва често в образователните изследвания, е дидактическият експеримент. Този метод представлява систематично и контролирано тестване на нови образователни методи, технологии, материали или програми на група от ученици в сравнение с друга група, която не използва тези нововъведения. Това позволява да се измерят ефективността и приложимостта на новите методи и технологии в образованието. Този метод е известен още като метод с контролна и експериментална група.

Контролните и експерименталните групи играят основна роля в експерименталния научен дизайн, предоставяйки резултатите за тълкуване на ефектите на променливите, които се изследват. Тяхното използване е широко разпространено в множество научни дисциплини, от медицински изпитвания на нови лекарства до образователни експерименти, което подчертава тяхната роля в нашето разбиране за причинно-следствените връзки на изучаваните параметри (Bausell, 2002).

Контролната група се използва като стандарт или базова стойност, към която ще се сравняват измерваните величини на експеримента. В образователния експеримент участниците в контролната група не биват обучавани чрез новата методология на обучение. По този начин се гарантира, че наблюдаваните промени в експерименталната група могат да бъдат обяснени от прилагането на новата методология, а не на външни фактори (Shadish, Cook и Campbell, 2002). Експерименталната група е групата, която се обучава по новата методология. Промените, наблюдавани в експерименталната група, се сравняват с тези в контролната група, за да се определи дали новата методология дава значим ефект (Shadish, Cook и Campbell, 2002).

За да се гарантира валидността на сравнението между контролната и експерименталната групи, е критично важно участниците да бъдат разпределени случайно в групите (Bausell и Li, 2002). Това помага да се гарантира, че групите са еквивалентни в началото на изследването и че всякакви разлики наблюдавани в края могат да бъдат обяснени с новата методология, а не на предварителни разлики между групите. Извинявам се за прекъсването. При проектирането на експеримент е важно да се гарантира, че контролната и експерименталната група са балансирани по отношение на характеристиките, които потенциално могат да дадат ефект на изходната променлива (например предишни знания или интереси в една или друга област). Това може да се постигне чрез използване на стратифицирана случайна извадка. Освен случайното разпределение слепият метод е друга техника, която се използва за минимизиране на изкривяванията и грешките в експерименталните изследвания. При този метод участниците не знаят дали са в контролната или в експерименталната група, което може да помогне за контролиране на плацебо ефектите. При двойно слепите методи нито участниците, нито изследователите знаят кой в коя група е, което помага да се контролират както плацебо ефектите, така и изкривяването, което се дължи на отношението на експериментатора (Hróbjartsson et al., 2014).

Друга методология, която може да се приложи в образователните изследвания, са тестовете. Тестовете могат да бъдат стандартизирани или нестандартизирани. В областта на научните изследвания, както стандартизираните, така и нестандартизираните методи за тестване играят важна роля. Тези методи се прилагат често в различни дисциплини, като психология, образование, медицина и социални науки, за да се събират данни, оценяват резултати и да се правят заключения (Creswell, 2014). Стандартизираното тестване включва използване на еднородни процедури за провеждане и оценяване на тестовете. Този вид тестване често се използва за оценка на знанията или уменията на човек в определена област и често се прилага в образователна среда (American Educational Research Association [AERA], American Psychological Association [APA], National Council on Measurement in Education [NCME], 2014). Едно от основните предимства на стандартизираното тестване е, че то позволява надеждни сравнения между отделните лица или групи. Тъй като всички участници получават

едни и същи инструкции и техните отговори се оценяват по един и същ начин, е възможно да се направят директни сравнения. Това е особено полезно при голямо количество данни, където често целта е да се сравняват различни групи или да се проследят промените с течение на времето (Kubiszyn, Borich, 2003). Критиците на стандартизираното тестване твърдят, че то може да не отразява пълноценно уменията или потенциала на човек. Стандартизираните тестове обикновено се фокусират върху специфични, измерими умения и знания, което може да пренебрегне други важни аспекти на способностите на дадения ученик (Popham, 2001). Нестандартизираното тестване се отнася до по-гъвкави и по-малко структурирани форми на оценяване, които могат да бъдат адаптирани към конкретните обстоятелства на даден случай или ситуация. Тези тестове могат да включват различни форми на качествено събиране на данни, като отворени анкети, интервюта, наблюдения и други (Patton, 2002). Нестандартизираното тестване позволява по-подробно и задълбочено разбиране на уменията на човек или на ситуацията. Тъй като те не са ограничени от необходимостта от еднородни процедури и методи за оценяване. Нестандартизираните тестове могат да бъдат адаптирани към специфичните нужди и характеристики на лицата, които се тестват. Те могат да отразят широк кръг от умения и способности, включително такива, които често се пренебрегват при стандартизираните тестове, като креативност, решаване на проблеми и междуличностни умения (Elliott, 2003). Но ключовото предизвикателство при нестандартизираното тестване е гарантирането на надеждност и валидност. Тъй като тези тестове често се адаптират към специфичните обстоятелства на всяка отделна личност или ситуация, може да е трудно да се гарантира, че те измерват това, което трябва да измерват, и че биха дали последователни резултати, ако се прилагат неколккратно. Обикновено оценяването на нестандартизираните тестове често включва в голяма степен субективност, което води до риск от наличието на предубеденост или несъответствие в резултатите (Creswell, 2014). Стандартизираните и нестандартизираните методи за тестване имат важни роли в научните изследвания. Докато стандартизираните тестове позволяват надеждни сравнения и са особено полезни при голямо количество на участниците и данните, то нестандартизираните тестове предлагат по-голяма гъвкавост и могат да отразят по-широк спектър от

умения и способности. Изборът между тези методи трябва да бъде насочен от въпросите и целите на изследването, както и от специфичните нужди и характеристики на лицата, които се тестват.

Анкетите също са една от методологиите, които се използват в образователните изследвания. Тези инструменти могат да се приложат за събиране на информация за мненията и опита на ученици, учители и родители за определени аспекти на образованието. Анкетите могат да бъдат структурирани или неструктурирани, като първите представляват въпроси с предварително зададени отговори, а вторите позволяват на участниците да изразят отговорите си свободно. Анкетите са ключов компонент на научните изследвания, предлагащ метод за събиране на данни от голям брой респонденти по стандартизиран начин. Без значение дали става въпрос за проучване на общественото мнение, социални научни изследвания, здравни проучвания, пазарни изследвания или образователни изследвания, анкетите са важен инструмент за събиране на информация относно конкретни популации (Fowler, 2013). Анкетата обикновено се състои от предварително определен набор от въпроси, които се задават на група участници. Въпросите могат да бъдат отворени, позволявайки на респондентите да дават свои уникални отговори, или затворени, ограничавайки отговорите до предварително определени опции. Отговорите след това се анализират, за да се извлекат модели или обобщения относно по-голямата популация, от която е извадена дадената проба от участници (Bryman, 2015). Анкетите са основен инструмент за събиране на данни в много научни области. Те позволяват на изследователите да съберат голям обем данни сравнително бързо и ефективно по отношение на разходите. Без значение дали става въпрос за демографски данни или поведенчески данни, анкетите могат да предоставят информация за характеристиките на популацията (Babbie, 2015). Анкетите са особено полезни при измерването на нагласи и мнения. Те могат да бъдат използвани за разбиране на това как хората се чувстват по различни теми, техните предпочитания, вярвания или други субективни характеристики, които не могат да бъдат директно наблюдавани (Dillman, 2014). Анкетите могат да се използват за тестване на хипотези и изследване на връзките между различни променливи. Чрез анализ на данните от анкетата, изследователите могат да изследват корелации, да тестват

причинно-следствени връзки или да моделират сложни явления (Fowler, 2013). Когато се прилагат многократно през времето, анкетите позволяват на изследователите да проследяват промените и тенденциите. Този дългосрочен анализ може да предостави ценна информация за това как нагласите, поведението или условията се развиват (Bryman, 2015). Тъй като анкетите обикновено включват проба, която представлява по-голяма популация, резултатите често могат да бъдат обобщени за по-широката популация, при условие че пробата е избрана правилно (Babbie, 2015). Въпреки това, като всяко друго средство, анкетите също имат ограничения. Качеството на данните в голяма степен зависи от качеството на въпросите и разбирането на респондентите и готовността им да отговорят истински. Може да има изкривяване в отговорите поради социална желаност, грешки в спомените или други фактори. Генерализирането на резултатите може да бъде застрашено, ако пробата не е представителна за популацията (Dillman et al., 2014). Анкетите са мощен инструмент в научните изследвания, позволяващи на изследователите да събират, анализират и интерпретират данни от големи популации. Внимателното проектиране, изпълнение и анализ на анкетите са от съществено значение за гарантиране на валидни и надеждни резултати.

Сравнителният анализ е още един метод, който може да се използва в образователните изследвания. Този метод позволява да се сравнят данни от различни източници, например ученици от различни класове, ученици от различни училища или дори от различни страни. Този метод може да се използва за сравнение на различни образователни системи или за измерване на промяната в образователните политики. Сравнителният анализ е методология, често използвана в различни области на научните изследвания, за да се получи информация за явления, модели и връзки чрез сравнение между тях в различни случаи, контексти или ситуации. Тези сравнения могат да бъдат от различни страни, организации, периоди от време до всяка друга единица, която може да бъде сравнявана (Lijphart, 1971). Сравнителният анализ помага да се идентифицират сходства и различия между определени групи. Той може да даде информация за модели и тенденции, които може да останат скрити в едно единично проучване. Сравнителният метод позволява на изследователите да обяснят защо някои случаи имат сходства и защо други се различават по специфични

начини (Ragin, 1987). Сравнителният анализ може да допринесе за развитието на теории, илюстрирайки как различни променливи могат да се свържат помежду си при различни обстоятелства. Сравнителните проучвания може също така да стимулират нови теории, когато наблюдаваните резултати се различават от очакваните резултати, базирани на съществуващите теории (Eckstein, 1975). Наблюдавайки как определени явления и процеси се държи в различни контексти, изследователите могат да потвърдят, отхвърлят или преработят хипотези, което допринася за устойчивостта на разбирането за даденото явление или процес (Przeworski, Teune, 1970). Сравнителният анализ може да помогне на изследователите да обобщят своите резултати за други случаи или ситуации, ако проучваното явление се държи по сходен начин в множество случаи, изследователите могат да се чувстват по-уверени в прилагането на своите резултати към други подобни ситуации (King, Keohane, Verba, 1994). Сравнителният анализ помага за идентифициране и разбиране на причинно-следствени връзки, позволявайки да се обясни защо и как се получава даден резултат. Сравняването на множество случаи, особено в различни контексти, може да разкрие как различните условия могат да доведат до същите или различни резултати, показвайки сложността на причинно-следствените връзки (George, Bennett, 2005). Сравнителният анализ е особено полезен при анализиране на сложни системи, при които множество променливи взаимодействат помежду си по сложни начини. Сравнявайки различни системи, може да се разбере по-добре взаимодействията и връзките между компонентите на системата (Lijphart, 1975). Сравнителният анализ има своите ограничения. Изборът на случаи, сравнимостта на случаите, въпросът за еквифиналността (където един и същ изход може да се получи от различни последователности на събития или различни причинни пътища) могат да окажат влияние върху валидността и надеждността на сравнителните изследвания (Ragin, 1987). Сравнителният анализ е мощен инструмент в научните изследвания, който може да помогне на изследователите да разберат модели, да тестват хипотези, да развият теории и да обобщават резултати.

В образователните изследвания се използват и други методологии, като наблюдения, интервюта, фокус групи, измерване на успеваемост и много други. Всички тези методи имат за цел да съберат, обработят и

анализират информация, която да помогне за подобряване на разбирането на процеса на учене. За да бъдат резултатите на изследването надеждни, е важно да се избере подходяща методология за събиране на данните, да се формулират ясни и конкретни въпроси и да се следи за евентуални промени в условията на изследването, за да се осигури точността на данните. Комбинирането на различни методи може да доведе до по-пълна картина на проблемите и възможностите в образованието и да даде по-обективни резултати.

Описание на условията на изследването – участници, място, време, период, подход при разделянето на групите, валидност

При проектирането и изпълнението на изследване в образованието е важно да се вземат предвид множество фактори, включително условията на изследването, участниците, мястото, времето, продължителността на изследването, подхода при разделянето на групите, начините за валидиране на резултатите и т.н. В следващите абзаци ще разгледаме някои от най-важните фактори, които трябва да се вземат предвид при проектирането на изследване в образованието.

Ролята на участниците в изследването е от голямо значение. Те могат да бъдат ученици, учители, администратори, родители и други заинтересовани страни. Както посочват С. Милер и Л. Джексън в своята книга "Теории на обучението", "учениците могат да бъдат използвани като участници в експериментални проекти, като например тестове, анкети и наблюдения". Същевременно, учениците трябва да бъдат запознати с целта на изследването и какво се очаква от тях, както и да има добро сътрудничество между тях и изследователя. Важно е да се запази етичността във всички аспекти на изследването и да се зачитат правата и чувствата на участниците.

Мястото, където ще се проведе изследването, е също от съществено значение. То може да бъде училище, университет, онлайн среда и други. Важно е да се избере подходящо място, което да отговаря на целите и изискванията на изследването. Например, ако целта на изследването е да се изследва ефективността на една образователна програма, то мястото,

където ще се провежда изследването, трябва да бъде съвместимо с програмата.

Продължителността на изследването също е от значение. Изследванията могат да бъдат краткосрочни или дългосрочни. Дългосрочните изследвания могат да бъдат от голямо значение, тъй като могат да се изследват ефектите на една образователна програма или стратегия върху дългосрочните постижения на учениците.

Подходът при разделянето на групите е важен фактор за валидността на резултатите на изследването. Както посочват А. Глазер и Р. Лайнбах в книгата си "Експериментални дизайни и статистически анализи в психологията", "разделянето на участниците на експериментални и контролни групи е един от най-важните стъпки при провеждане на експерименти". Контролната група служи за сравнение с експерименталната група и помага да се изключат други фактори, които могат да повлияят върху резултатите.

Начините за валидиране на резултатите са от голямо значение за качеството на изследването. Валидността може да се проверява чрез повторение на изследването, включване на различни методи и техники, използване на стандартизирани инструменти и др. Както посочват С. Милер и Л. Джексън, "валидността се определя от това, дали изследването е измерило това, което трябва да измерва". Това е от основно значение, за да се уверим, че резултатите на изследването са точни и могат да бъдат доведени до заключения и препоръки.

Изследването в образованието е комплексен процес, който изисква внимателно проектиране и изпълнение. Вземането предвид на факторите като ролята на участниците, мястото, времето, продължителността на изследването, подходът при разделянето на групите, начините за валидиране на резултатите и други фактори е критично за качеството и достоверността на получените резултати. Внимателното планиране и изпълнение на изследването могат да доведат до нови открития, които да бъдат от полза за образователната практика и научната общност.

Нека сега да опишем как ние проведехме експеримента. След като проучихме световния опит в областите уменията на 21-ви век, решаване на проблеми и екипно решаване на проблеми, трябваше да се спрем на методология, върху която да стъпим при изграждането на

информационната система за екипно решаване на проблеми. На задълбочен анализ бяха подложени три платформи. Това са CRESST, PISA, ATC21S. Накрая останаха двете платформи PISA и ATC21S. След сравнителен анализ избрахме PISA. Една от основните разлики между двете платформи е, че ATC21S използва нестандартизирано тестване, а PISA използва стандартизирано тестване. При ATC21S учениците пишат в чат кутия свободно, след което инструктор анализира написаното от тях. При PISA ученикът избира отговор на базата на предварително зададени опции, което улеснява оценяването и дава възможност за неговото автоматизиране. Улесненото оценяване, възможността за автоматизиране на процеса и по-голямата обективност на оценяването са основните причини да изберем тази методология.

След като избрахме методологията, започнахме да изработваме информационната система за екипно решаване на проблеми. Самата информационна система е подробно описана във втора глава. Системата се състои от два основни модула. Това са модул за решаване на проблеми чрез интерактивна симулация на даден физичен процес или явление и модул за екипна работа, който представлява виртуален час с компютърни агенти. Чрез нашата информационна система ние тестваме дванадесет компоненти, които изграждат компетентността екипно решаване на проблеми. Тези компоненти са:

- спазване на приетите правила за участие в екипа;
- обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема;
- разбиране на представите и способностите на членовете на екипа;
- разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема;
- формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема;
- дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени;
- определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация (общуване/правила на участие);

- разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите;
- предлагане на план за действие;
- мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък;
- мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема;
- мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема.

Вторият етап беше да се внедри методологията и информационната система за екипно решаване на проблеми в екип в училищна среда. Нашата система я внедрихме в образователните часове по физика и астрономия за седми, осми, девети и десети клас. Училището, което избрахме е 125. СУ „Боян Пенев“ в град София. Учениците, от които формирахме стратифицираната извадка, бяха от седми до десети клас. Основният метод в нашето проучване е дидактически експеримент с контролна и експериментална група.

В проучването участваха осем паралелки от седми клас. Шест от тези осем паралелки са езикови и две от паралелките са математически. За да бъдат двете групи равностойни, решихме всяка група да бъде съставена от три езикови паралелки и една математическа паралелка. На случаен принцип избрахме три езикови и една математическа паралелка да участват в експерименталната група, а останалите паралелки автоматично попаднаха в контролната група. От осми до десети клас участваха по две паралелки тоест общо шест класа. За всеки един от гимназиалните класове едната паралелка беше математическа, а другата беше с хуманитарен профил. Всеки клас беше разделен на две части. Едната част участваше в експерименталната група, а другата част - в контролната група. Поради тази особеност в гимназиален етап част от упражненията бяха направени в учебните часове пи информационни технологии, а друга част бяха направени в часовете по извънкласна дейност на училището. В

експерименталната група обучението беше осъществено с разработената от нас информационна система, а учениците от контролната група нямаха достъп до информационната система. Броят на учениците в експерименталната група беше 132, от които 63 момичета и 69 момчета. Броят на учениците в контролната група беше 154, от които 71 момичета и 83 момчета.

Преди да започне обучението на експерименталната група с информационната система, двете групи (контролна и експериментална) бяха тествани с тест за установяване на входното ниво на компетентността за екипно решаване на проблеми. Тестът беше проведен с помощта на разработената от нас информационна система с описаната от нас методология.

Експерименталната група беше обучена с информационната ни система в часовете по физика и астрономия, информационни технологии и извънкласни дейности в периода от ноември 2021 до април 2022. В класовете седми и осми бяха проведени пет обучения в присъствена форма и три обучения в онлайн среда. В девети и десети клас четири обучения бяха проведени в присъствена форма и четири в онлайн среда. След приключването на обучението контролната и експерименталната група бяха тествани за установяване на изходното им равнище по компетентността екипно решаване на проблеми чрез нашата информационна система.

Базирано на методологията ни, която е базирана на методологията на PISA от 2015, действията на учениците с информационната система се записват и се оценяват техните отговори. Отговорът на всеки въпрос е кодиран с две категории нула или едно или с повече категории от нула до n , тоест имаме дихотомично $(0, 1)$ или политомично $(0, 1, \dots, n)$ оценяване. Казано по друг начин учениците могат да получат пълен брой точки, частичен брой точки или нула точки в зависимост от тяхното поведение и отговори при работата им с информационната система.

На фигура 3.1 сме дали пример. Ученикът участва във виртуална комуникация с два компютърни агенти (Мария и Иван). В интерактивната симулация „Падаща ябълка“ в зависимост от клас учениците трябва да установяват различните скорости и ускорения на ябълката в зависимост върху коя планета от Слънчевата система пада. В чат прозореца имаме следния диалог между компютърните агенти Мария и Иван.

Мария: Как да започнем със задачата?

Иван: Да действаме, че нямаме време!

Ученикът може да избере от четири опции:

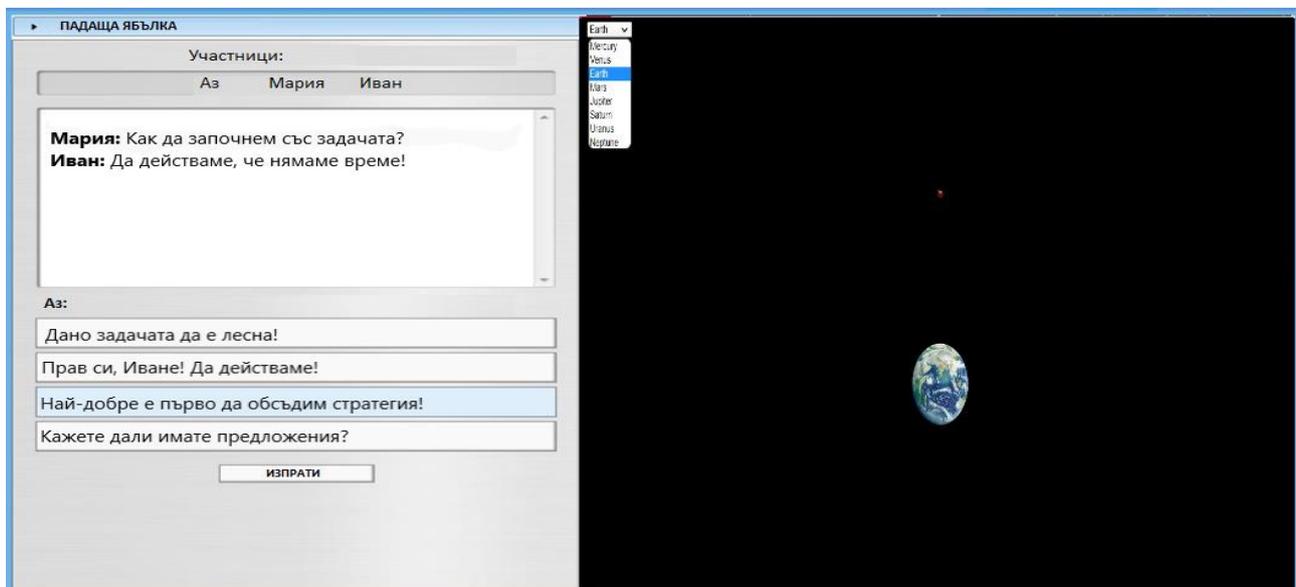
1: Дано задачата да е лесна!

2: Прав си, Иване! Да действаме!

3: Най-добре е първо да обсъдим стратегия!

4: Кажете дали имате предложения?

В тази задача ние оценяваме компонентът установяване и поддържане на споделено разбиране от компетентността за работа в екип. Процесът от умението за решаване на проблеми е планиране и изпълнение. А компонентът от екипното решаване на проблеми е обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема. В този пример опция едно и две не дават точки. Опция 4 дава една точка, а опция 3 дава пълните две точки. Опция 3 в най-голяма степен помага на екипа да се концентрира за подхода за решението на задачата. Ученикът трябва да предприеме инициативата да предложи екипът да обсъди стратегия за решаване на проблема.



Фигура 3.1. Примерни отговори от интерактивната симулация „Падаща ябълка“

Анализ на данните от изследването и резултати

Ще въведем следните означения за по-голяма прегледност на таблиците.

A1 или A1: Разбиране на представите и способностите на членовете на екипа

A2 или A2: Разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите

A3 или A3: Разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема

B1 или B1: Формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема

B2 или B2: Дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени

B3 или B3: Определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация

V1 или C1: Обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема

V2 или C2: Предлагане на план за действие

V3 или C3: Спазване на приетите правила за участие в екипа

G1 или D1: Мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема

G2 или D2: Мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема

G3 или D3: Мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролята на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък
ERP или CPS: Оценка на компетентността за екипно решаване на проблеми от 0 до 100.

Поради големия обем на данните от проведения експеримент те са поместени в четири приложения. Тези приложения са Приложение 2 Данни от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група, Приложение 3 Данни от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група, Приложение 4 Данни от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група и Приложение 5 Данни от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група. За да придобие представа читателят, нека да обсъдим същността на събраните данни. На фигура 3.2 е показан отрязък от таблицата на приложение 2 данни от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група.

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
1	1	1	7	34	16	23	14	14	31	39	33	5	24	34	21	24
2	2	1	7	14	33	30	11	16	10	40	9	32	17	30	28	23
3	3	1	7	34	5	3	14	23	28	11	22	8	1	14	18	15
4	4	1	7	18	39	26	7	0	19	9	18	22	11	23	19	18
5	6	1	7	29	19	8	4	8	29	32	11	32	3	1	4	15
6	10	1	7	51	42	44	27	26	41	45	42	40	38	34	33	39
7	11	1	7	51	51	45	24	28	33	50	42	40	41	41	39	40
8	12	1	7	42	48	42	24	30	36	54	41	42	45	36	37	40
9	13	1	7	49	52	38	24	30	41	45	45	40	44	39	33	40
10	14	1	7	43	41	39	27	26	35	45	40	38	37	34	37	37
11	16	1	7	43	48	37	27	33	37	44	37	34	45	42	36	39
12	19	1	7	51	41	45	27	33	40	42	44	34	44	35	33	39
13	21	1	7	44	52	43	23	26	40	53	39	36	38	43	34	39
14	22	1	7	41	45	45	28	28	40	45	35	35	35	34	41	38
15	23	1	7	47	45	45	24	32	38	42	44	34	40	40	36	39
16	24	1	7	44	51	39	24	27	40	49	43	36	44	42	39	40
17	25	1	7	51	49	39	25	28	39	51	45	39	37	43	36	40
18	26	1	7	47	49	39	28	28	36	44	44	42	39	37	34	39
19	27	1	7	57	57	52	35	36	41	58	45	48	54	49	50	48
20	29	1	7	54	52	56	33	41	45	58	47	53	47	48	47	48
21	30	1	7	60	64	54	32	35	41	64	49	53	54	54	52	51
22	32	1	7	63	54	46	31	37	46	55	46	53	46	47	48	48
23	33	1	7	54	53	49	30	38	49	66	46	51	54	47	48	49
24	41	1	7	61	58	45	35	40	49	61	48	45	48	45	50	49
25	42	1	7	54	55	46	31	39	43	56	46	50	51	47	52	47
26	44	1	7	54	53	51	33	40	49	60	48	48	54	51	44	49
27	47	1	7	57	54	56	30	41	47	60	47	47	55	54	52	50
28	48	1	7	60	54	56	34	37	49	59	54	52	55	44	52	50
29	51	1	7	57	55	48	30	35	43	59	53	47	50	44	49	47
30	52	1	7	60	55	47	32	40	47	66	54	47	49	44	46	49
31	53	1	7	61	53	56	31	41	49	62	51	45	48	49	46	49
32	56	1	7	51	53	54	35	35	41	62	48	47	49	44	46	47
33	57	1	7	56	61	53	34	34	44	66	51	52	50	47	47	49
34	59	1	7	61	55	52	31	38	44	54	53	49	49	47	43	48
35	60	1	7	75	74	60	41	45	55	69	60	63	62	59	61	60
36	66	1	7	74	71	56	42	41	57	72	59	59	64	64	54	59
37	67	1	7	68	66	58	38	48	58	66	66	54	60	61	52	58
38	68	1	7	64	68	57	39	44	56	66	64	55	63	56	60	58
39	72	1	7	68	67	62	43	44	58	73	62	54	58	60	52	58

Фигура 3.2. Отрязък от таблицата на приложение 2 данни от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група

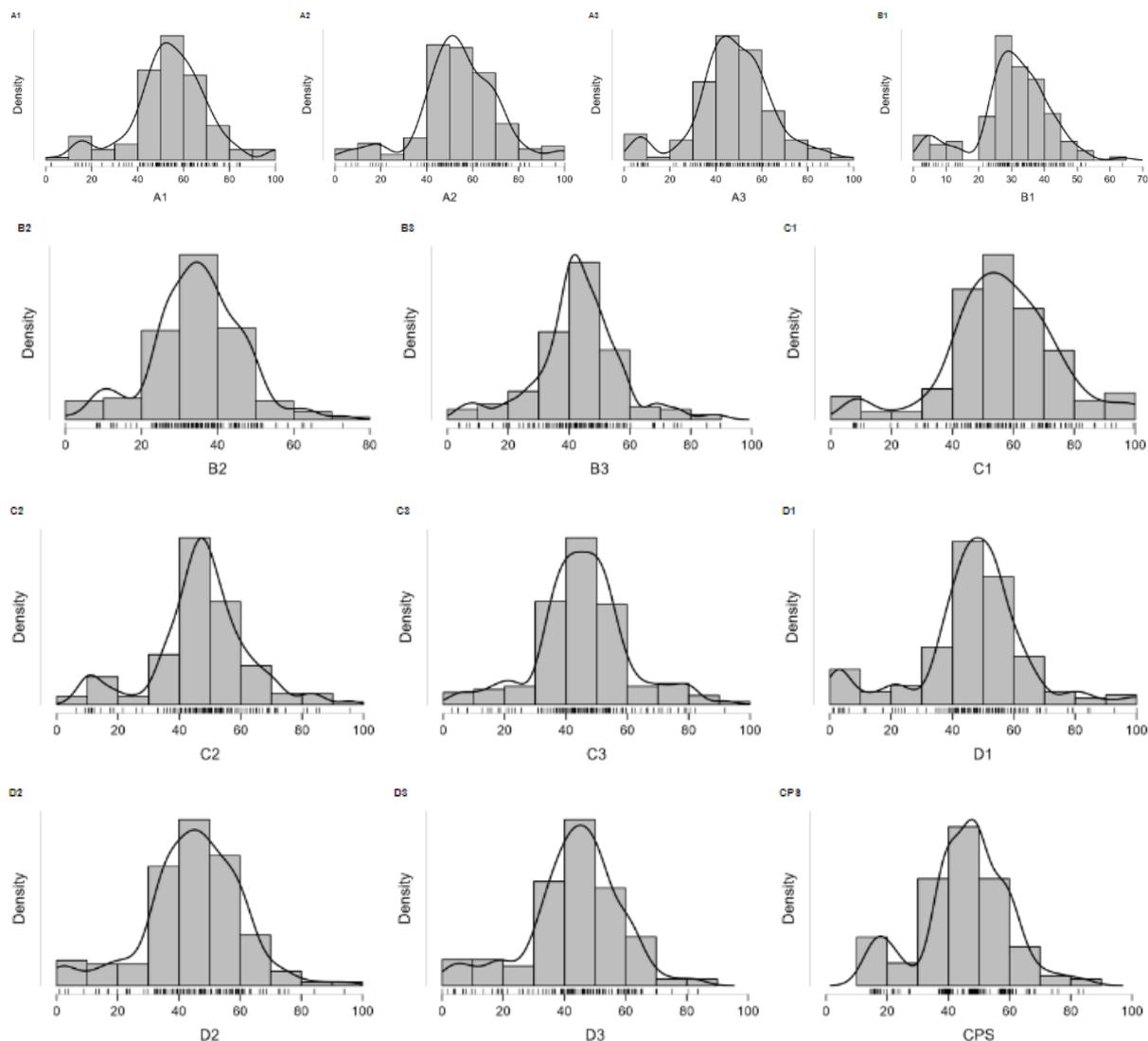
На фигура 3.2 заглавния ред носи имената на колоните. Тези колони са Номер, ID, Пол, Клас, A1, A2, A3, B1, B2, B3, B1, B2, B3, Г1, Г2, Г3 и ЕРП.

Номерът е поредният номер в таблицата. ID е уникален номер на всеки ученик, който е използват информационната система. Пол е полът на учениците. С 1 са кодирани момчетата, а с 0 – момчетата. Клас е класът на дадения ученик. А1 до Г3 са съответните подкомпетентности описани по-горе. ЕРП е компетентността за екипно решаване на проблеми. Подкомпетентностите от А1 до Г3 и компетентността ЕРП са количествено приравнени от нула до 100. Нулата означава нито един верен отговор в това направление, а 100 означава, че ученикът е получил максималния възможен брой оценки в това направление.

На фигури 3.3 и 3.4 са показани съответно дескриптивна статистика от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група и разпределенията на отделните подкомпетентности от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група.

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	CPS
Valid	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154
Mode	51.374	56.554	55.659	26.519	26.328	40.731	66.114	45.365	38.091	44.862	33.742	52.479	14.342
Median	54.030	53.225	46.898	30.938	34.603	42.582	56.319	47.654	44.945	47.855	45.681	44.732	47.725
Mean	54.071	53.757	47.624	30.340	34.680	43.071	56.043	47.057	45.467	46.099	44.512	43.168	45.491
Std. Error of Mean	1.385	1.423	1.378	0.905	0.961	1.151	1.482	1.259	1.213	1.484	1.291	1.239	1.151
95% CI Mean Upper	56.785	56.546	50.325	32.112	36.562	45.328	58.947	49.523	47.845	49.006	47.043	45.596	47.748
95% CI Mean Lower	51.356	50.968	44.923	28.567	32.797	40.815	53.139	44.590	43.089	43.191	41.981	40.741	43.234
Std. Deviation	17.189	17.658	17.101	11.225	11.920	14.288	18.388	15.618	15.056	18.410	16.024	15.370	14.290
95% CI Std. Dev. Upper	19.423	20.105	19.277	12.635	13.415	16.309	20.587	17.635	17.086	21.033	18.047	17.369	15.880
95% CI Std. Dev. Lower	14.802	15.111	14.765	9.655	10.391	12.250	15.759	13.320	12.730	15.598	13.671	13.202	12.573
Coefficient of variation	0.318	0.328	0.359	0.370	0.344	0.332	0.328	0.332	0.331	0.399	0.360	0.356	0.314
95% CI Variance Upper	377.250	404.222	371.601	159.652	179.952	265.978	423.834	311.004	291.923	442.371	325.699	301.666	252.181
95% CI Variance Lower	219.100	228.333	218.016	93.212	107.980	150.056	248.337	177.412	162.041	243.283	186.907	174.284	158.076
Range	97.665	100.000	94.826	61.197	72.967	86.090	92.654	89.289	88.880	98.987	93.169	83.578	69.736
Minimum	2.335	0.000	3.092	2.720	0.000	3.703	7.346	6.186	2.930	1.013	0.913	0.000	14.342
Maximum	100.000	100.000	97.919	63.917	72.967	89.792	100.000	95.475	91.810	100.000	94.082	83.578	84.078

Фигура 3.3. Дескриптивна статистика от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група



Фигура 3.4. Разпределения на отделните подкомпетентности от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група

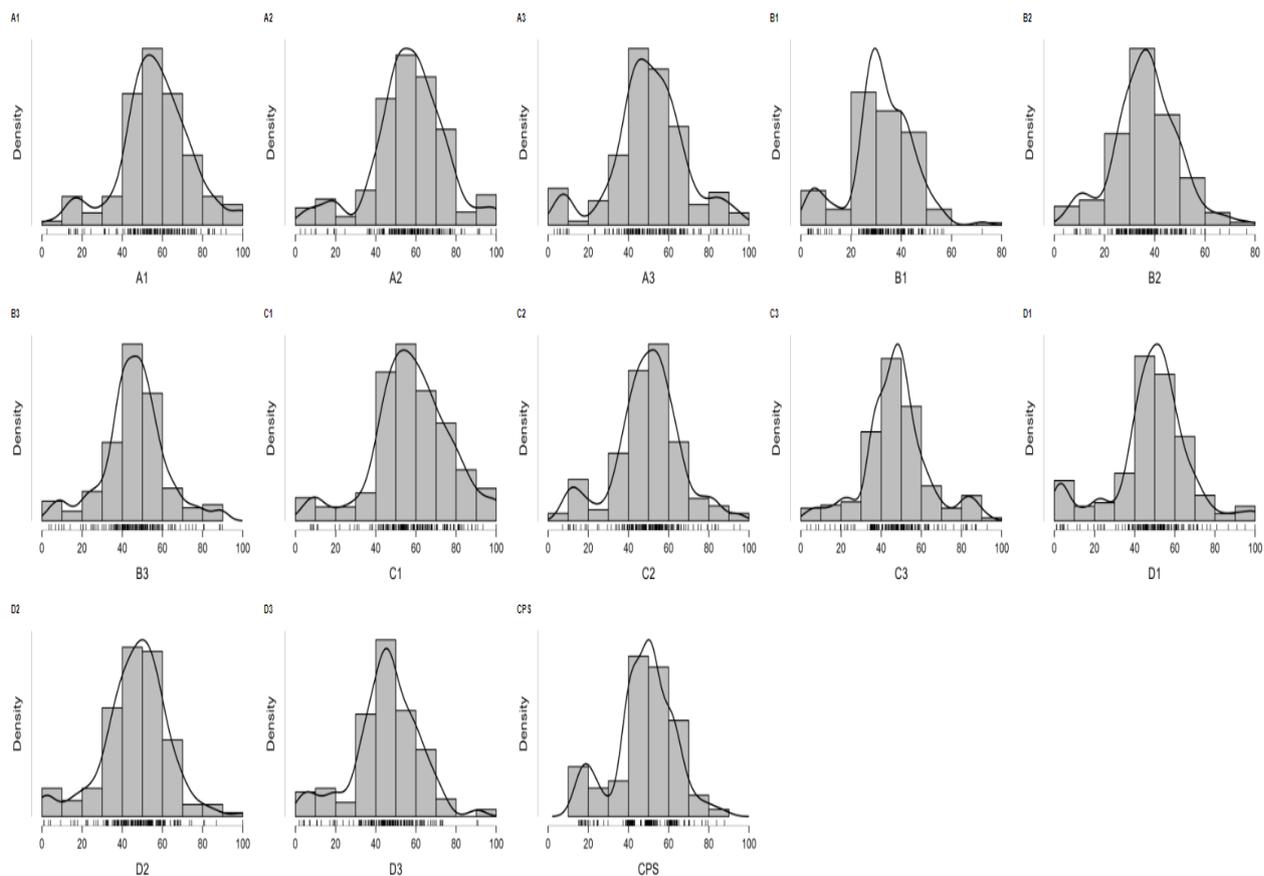
За всяко умение имаме данни като мода (най-често срещаната оценка), медиана (средна оценка при подреждане във възходящ ред), средна стойност, стандартна грешка на средната стойност (мярка за това колко вероятно е средната оценка на извадката да се различава от истинската средна стойност на популацията), доверителни интервали за средната стойност и стандартното отклонение (диапазон, в който се намира истинската средна стойност и стандартното отклонение с 95% увереност), стандартно отклонение (мярка за разпределението на оценките), коефициент на вариация (мярка за относителната променливост), диапазон (разлика между най-високата и най-ниската оценка) и минимални и максимални оценки.

Средното аритметично на оценките е около 50, което показва, че учениците варират широко по отношение на уменията, като някои се справят много добре (оценки, които са по-близо до 100), а други - не толкова добре (оценки, които са по-близо до 0). Оценките за всяко умение са разпръснати, както показват стандартните отклонения и коефициентите на вариация, което предполага разнообразна група ученици по отношение на резултатите от тези умения. Уменията B1, B2 и B3 са тези, при които учениците имат повече трудности, тъй като средните им стойности са най-ниските. Това са формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема, дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени и определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация. Най-високите средни стойности са A1, A2 и C1, което показва, че учениците като цяло са по-добри в тези умения. Тези умения са разбиране на представите и способностите на членовете на екипа, разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите и обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема. Стандартните отклонения показват, че има значително разнообразие в резултатите на учениците за всички умения. Вариацията е особено висока за уменията A1, A2, C1 и D1. Диапазоните показват, че за всички умения някои ученици са постигнали много ниски резултати, докато други са постигнали много високи. Това е особено изявено за уменията A1, A2 и D1.

На фигури 3.5 и 3.6 са показани съответно дескриптивна статистика от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група и разпределенията на отделните подкомпетентности от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група.

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	CPS
Valid	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154
Mode	100.000	100.000	39.332	35.984	26.998	34.297	100.000	33.653	34.810	45.964	22.826	37.668	15.215
Median	56.359	57.371	50.459	31.639	36.709	46.378	58.290	50.602	47.650	49.940	47.934	45.735	49.952
Mean	56.305	56.400	50.395	31.931	36.389	45.850	57.947	49.505	47.590	48.216	46.392	45.154	47.673
Std. Error of Mean	1.435	1.472	1.472	0.991	1.017	1.257	1.541	1.335	1.296	1.540	1.342	1.318	1.200
95% CI Mean Upper	59.118	59.285	53.280	33.873	38.382	48.314	60.968	52.121	50.130	51.234	49.023	47.737	50.025
95% CI Mean Lower	53.492	53.515	47.509	29.988	34.396	43.387	54.925	46.888	45.050	45.197	43.761	42.572	45.321
Std. Deviation	17.811	18.266	18.270	12.298	12.618	15.596	19.129	16.568	16.080	19.112	16.659	16.350	14.893
95% CI Std. Dev. Upper	20.045	20.660	20.633	13.817	14.164	17.846	21.438	18.460	18.253	21.625	18.892	18.263	16.466
95% CI Std. Dev. Lower	15.384	15.614	15.842	10.795	11.111	13.333	16.662	14.241	13.750	16.228	14.319	14.201	13.055
Coefficient of variation	0.316	0.324	0.363	0.385	0.347	0.340	0.330	0.335	0.338	0.396	0.359	0.362	0.312
95% CI Variance Upper	401.792	426.821	425.718	190.913	200.609	318.494	459.605	340.784	333.155	467.656	356.911	333.541	271.115
95% CI Variance Lower	236.660	243.783	250.956	116.528	123.451	177.763	277.626	202.817	189.052	263.340	205.032	201.666	170.444
Range	97.501	97.500	92.930	69.436	73.016	86.127	92.513	88.361	89.710	98.929	99.057	88.945	72.506
Minimum	2.499	2.500	3.030	2.789	3.600	3.666	7.487	7.114	3.018	1.071	0.943	1.963	15.215
Maximum	100.000	100.000	95.960	72.226	76.616	89.792	100.000	95.475	92.728	100.000	100.000	90.908	87.722

Фигура 3.5. Дескриптивна статистика от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група



Фигура 3.6. Разпределения на отделните подкомпетентности от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група

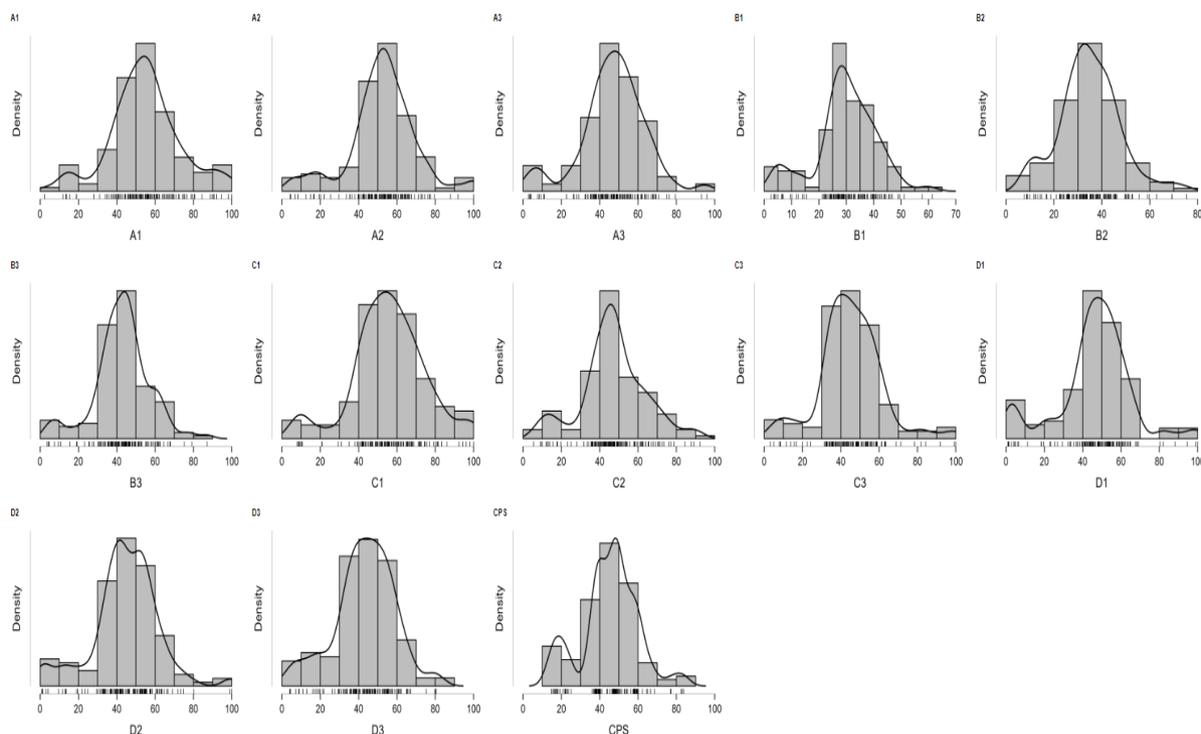
На фигурите 3.5 и 3.6 виждаме обобщените резултати от теста за екипно решаване на проблеми на учениците от контролната група, който е проведен 6 месеца по-късно. Всяко умение е оценено отново по скалата от 0 до 100. Средните резултати (средно аритметично) продължават да бъдат близки до медианата (средна стойност) за всички умения, което отново показва сравнително равномерно разпределение на резултатите по всички подкомпетентности. Средните резултати във втория изпит са сравними с тези от първия изпит. Модата, или най-често срещаната стойност, варира между уменията, но за някои от тях е достигната максимална стойност от 100. Стандартните отклонения продължават да бъдат високи за повечето умения, което отново показва голямо разнообразие в резултатите на учениците. Минималните и максималните резултати за всички умения са сравними с тези от първия изпит, като максималните резултати за някои умения са достигнали максималния резултат от 100 точки. Коефициентът на вариация (отношението между стандартното отклонение и средната стойност) е сравнително стабилен за всички умения, аналогично на първия изпит. Това показва, че вариацията в резултатите продължава да бъде сходна между различните умения.

Статистически данните от втория изпит са сходни с първия изпит. Разпределението на резултатите е сравнимо и близко от двата теста.

На фигури 3.7 и 3.8 са показани съответно дескриптивна статистика от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група и разпределенията на отделните подкомпетентности от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група.

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	CPS
Valid	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132
Mode	28.022	100.000	28.994	27.314	23.959	45.137	39.962	46.520	32.700	53.040	37.117	42.858	14.853
Median	54.784	53.149	47.697	29.714	33.868	43.619	55.340	46.520	43.952	48.115	44.706	44.394	47.527
Mean	54.661	52.309	46.903	29.867	34.788	42.717	55.707	47.089	45.115	46.022	44.388	43.247	45.234
Std. Error of Mean	1.604	1.530	1.450	0.981	1.089	1.250	1.637	1.462	1.435	1.666	1.504	1.363	1.286
95% CI Mean Upper	57.805	55.307	49.744	31.790	36.923	45.168	58.916	49.954	47.928	49.288	47.337	45.919	47.755
95% CI Mean Lower	51.518	49.311	44.062	27.943	32.652	40.266	52.498	44.224	42.301	42.756	41.440	40.574	42.714
Std. Deviation	18.427	17.576	16.654	11.276	12.517	14.367	18.809	16.796	16.491	19.145	17.284	15.665	14.774
95% CI Std. Dev. Upper	20.708	20.223	18.976	12.700	14.165	16.350	21.417	18.915	18.995	21.757	20.039	17.491	16.534
95% CI Std. Dev. Lower	15.805	14.634	14.050	9.694	10.649	12.003	15.958	14.505	13.704	16.018	14.524	13.520	12.777
Coefficient of variation	0.337	0.336	0.355	0.378	0.360	0.336	0.338	0.357	0.366	0.416	0.389	0.362	0.327
95% CI Variance Upper	428.829	408.972	360.100	161.279	200.634	267.320	458.699	357.790	360.816	473.357	401.547	305.947	273.380
95% CI Variance Lower	249.786	214.151	197.402	93.974	113.399	144.074	254.645	210.403	187.790	256.582	210.946	182.794	163.255
Range	97.641	95.664	93.146	58.858	67.702	83.396	92.066	86.813	96.835	99.011	99.087	76.401	68.929
Minimum	2.359	4.336	2.814	2.502	7.650	3.703	7.934	5.568	3.165	0.989	0.913	4.082	14.853
Maximum	100.000	100.000	95.960	61.360	75.352	87.099	100.000	92.380	100.000	100.000	100.000	80.482	83.782

Фигура 3.7. Дескриптивна статистика от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група



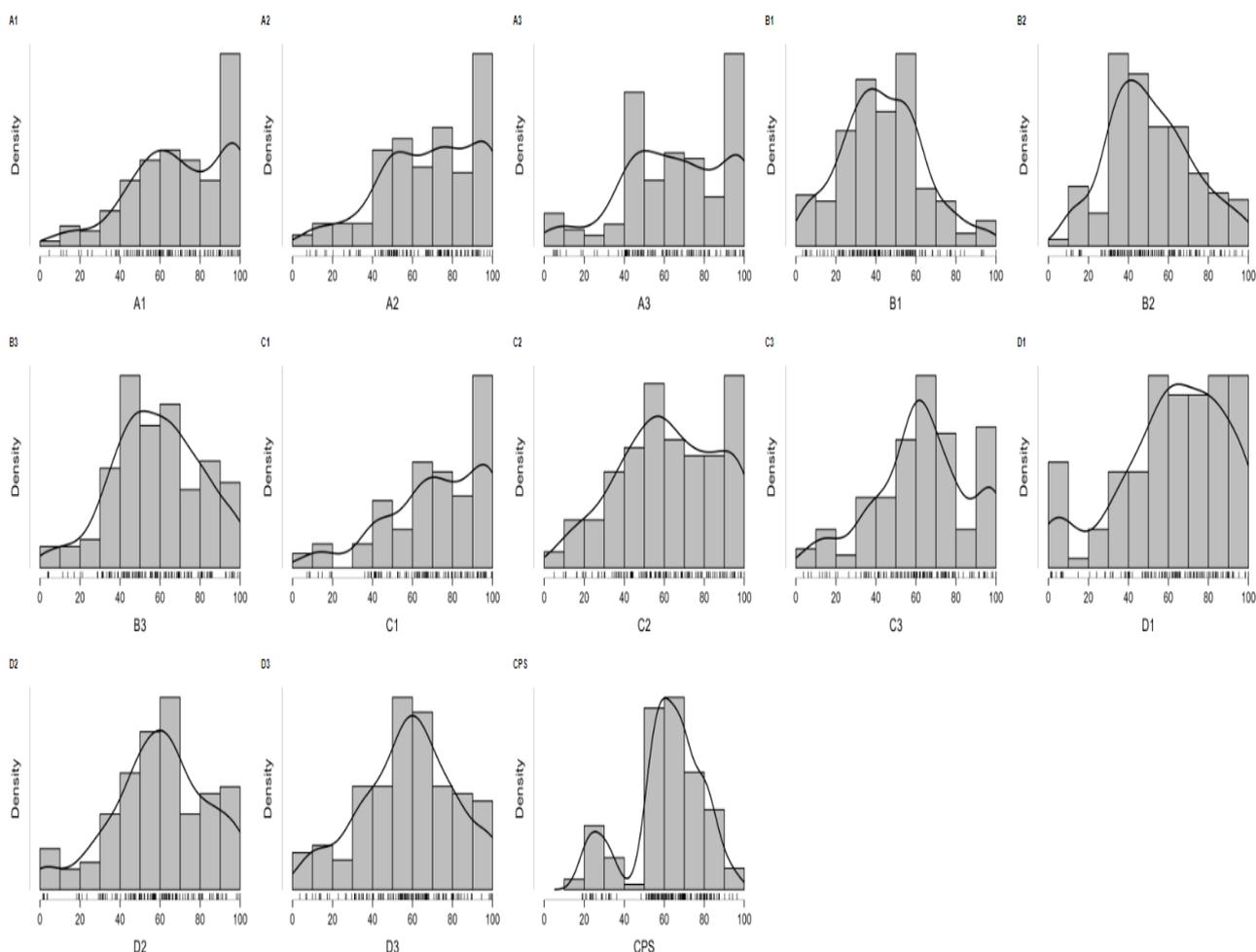
Фигура 3.8. Разпределения на отделните подкомпетентности от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група

Нека да разгледаме статистическите данни от теста за определяне на входното ниво на компетентността екипно решаване на проблеми на експерименталната група. Всяко умение е оценено по скала от 0 до 100. Средните резултати (средно аритметично) продължават да бъдат близки до медианата (средна стойност) за всички умения, което показва равномерно разпределение на резултатите. Модата, или най-често срещаната стойност, варира между уменията. Стандартните отклонения са високи за повечето умения, което показва голямо разнообразие в резултатите на учениците. Минималните и максималните резултати за всички умения са разнообразни, като максималните резултати за някои умения са високи, а за други са ниски. Коефициентът на вариация (отношението между стандартното отклонение и средната стойност) е сравнително стабилен за всички умения. Това показва, че вариацията в резултатите е сходна между различните умения. При сравнение на резултатите на експерименталната група с контролната група на входното им равнище се вижда, че те са много близки, което означава, че двете групи са равностойни по отношение на компетентността им за екипно решаване на проблеми. Средните стойности на експерименталната група са сходни или малко по-ниски от тези на контролната група в повечето умения. Стандартните отклонения на експерименталната група са също толкова високи, ако не и по-високи, отколкото при контролната група, което също показва голяма вариация в ученическите резултати на експерименталната група. Максималните и минималните стойности за експерименталната група са също толкова разнообразни, както и при експерименталната група, което показва, че и в двете групи някои ученици постигат много високи резултати, докато други постигат много ниски резултати. Модата, или най-често срещаната стойност, за експерименталната група е много близка до контролната група, което отново показва сходството между двете групи. От разгледаните статистически данни може да направим извода, че двете групи са равностойни и имат много близко равнище на компетентността си за екипно решаване на проблеми.

На фигури 3.9 и 3.10 са показани съответно дескриптивна статистика от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група и разпределенията на отделните подкомпетентности от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група.

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	CPS
Valid	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132
Mode	100.000	100.000	100.000	3.481	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	18.956
Median	70.425	72.618	65.648	41.717	47.594	58.013	73.270	60.851	61.943	64.782	61.277	58.776	63.284
Mean	70.255	68.932	65.639	43.507	50.990	58.663	71.907	62.349	62.807	62.419	59.884	58.055	61.284
Std. Error of Mean	2.109	2.140	2.287	1.792	1.840	1.925	2.130	2.167	2.065	2.336	2.096	2.059	1.569
95% CI Mean Upper	74.388	73.127	70.121	47.018	54.596	62.436	76.081	66.597	66.854	66.997	63.992	62.090	64.358
95% CI Mean Lower	66.122	64.737	61.157	39.995	47.384	54.890	67.733	58.102	58.760	57.841	55.777	54.019	58.209
Std. Deviation	24.226	24.590	26.276	20.586	21.139	22.116	24.467	24.897	23.723	26.834	24.077	23.653	18.023
95% CI Std. Dev. Upper	26.713	27.090	28.762	22.833	23.274	24.233	27.090	27.073	26.378	29.678	26.780	26.161	20.070
95% CI Std. Dev. Lower	21.436	21.962	23.482	18.125	18.754	19.512	21.483	22.274	21.027	23.458	21.125	20.791	15.613
Coefficient of variation	0.345	0.357	0.400	0.473	0.415	0.377	0.340	0.399	0.378	0.430	0.402	0.407	0.294
95% CI Variance Upper	713.579	733.855	827.263	521.324	541.686	587.238	733.848	732.925	695.786	880.782	717.156	684.414	402.805
95% CI Variance Lower	459.513	482.323	551.381	328.506	351.711	380.719	461.514	496.110	442.148	550.266	446.286	432.269	243.770
Range	95.493	92.869	95.506	96.519	90.973	96.087	92.727	94.989	96.044	98.831	98.541	96.272	77.395
Minimum	4.507	7.131	4.494	3.481	9.027	3.913	7.273	5.011	3.956	1.169	1.459	3.728	18.956
Maximum	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	96.350

Фигура 3.9 Дескриптивна статистика от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група



Фигура 3.10. Разпределения на отделните подкомпетентности от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група

При анализирането на резултатите от финалния тест на експерименталната група ученици, можем да направим следните заключения. Средният резултат е най-висок за уменията А1 (70.255), С1 (71.907) и А2 (68.932). Това са съответно разбиране на представите и способностите на членовете на екипа, обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема и разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите. Най-ниският среден резултат е за умението В1 (43.507), което е формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема. Стандартното отклонение е най-високо за D1 (26.834), показващо голямо разнообразие в резултатите между учениците по това умение, което е мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема.

Нека да сравним резултатите на експерименталната група на входния и изходния тест. Средният резултат е подобрен във всички умения, като най-голямо е подобрението в А1, А2, А3 и В1. Това са уменията разбиране на представите и способностите на членовете на екипа, разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите, разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема и формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема. Разпределението на резултатите (както се вижда от стандартното отклонение) е по-широко, което показва, че учениците имат по-голямо разнообразие в своите способности след провеждането на курса.

Да сравним и финалните резултати на експерименталната и контролната група. Да разгледаме средните стойности на отделните умения, които са представени в таблица 3.1, а в таблица 3.2 са представени стандартните отклонения за всяко едно от уменията.

Умение	Контролна група	Експериментална група
A1	56.305	70.255
A2	56.4	68.932
A3	50.395	65.639
B1	31.931	43.507
B2	36.389	50.99
B3	45.85	58.663
C1	57.947	71.907
C2	49.505	62.349
C3	47.59	62.807
D1	48.216	62.419
D2	46.392	59.884
D3	45.154	58.055
CPS	47.673	61.284

Таблица 3.1 Средни резултати (Mean) за всяко умение

Умение	Контролна група	Експериментална група
A1	17.811	15.978
A2	18.266	16.443
A3	18.27	15.935
B1	12.298	13.804
B2	12.618	15.599
B3	15.596	18.186
C1	19.129	16.791
C2	16.568	15.044
C3	16.08	14.551
D1	19.112	17.755
D2	16.659	15.127
D3	16.35	15.309
CPS	14.893	13.651

Таблица 3.2 Стандартно отклонение за всяко умение

От данните се вижда, че средните резултати на експерименталната група са значително по-високи от тези на контролната група за всички умения. Уменията с най-големи разлики в средните резултати са A1, A2 и C1. Това са разбиране на представите и способностите на членовете на екипа, разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите и обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема. А уменията с най-малки разлики са A3, D1 и C2. Това са разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема, мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема и предлагане на план за действие.

Нека да докажем и чрез статистическа проверка, че има статистически значими разлики между контролната и експерименталната групи. За да направим статистическия тест за значимост на резултатите, ще използваме статистическия софтуер JASP.

Нулевата хипотеза в нашия експеримент гласи, че няма статистически значима разлика в средните стойности между двете групи - контролна и експериментална, преди и след обучението на експерименталната група на платформата. Преди да тестваме хипотезата, проверяваме за нормалност и равенство на дисперсиите. Има значими резултати, които предполагат отклонение от нормалността за всички променливи от A1 до D3 в началните и крайните тестове за контролната и експерименталната групи. Поради отклоненията от нормалността (Таблица 3.3) се избира Ман-Уитни U-тест за равенство на средните стойности като подходящ, без да е необходимо да се проверява равенството на дисперсиите.

Избираме T-тест с едностранен критерий за независими извадки. Резултатите от статистическия тест се предоставят в Таблица 3.4 и можем да направим няколко заключения. Първо, виждаме, че няма статистически

значима разлика между предварителните средни стойности ($p > 0.025$), докато всички разлики от следващия тест са статистически значими ($p < 0.025$). Следователно трябва да приемем алтернативната хипотеза, че средните стойности на контролната група са по-ниски от тези на експерименталната група. Размерът на ефекта на разликите за теста на Ман-Уитни U-тест се определя от ранг-бисериалната корелация (Таблица 3.4). Всички стойности са между 0.3 и 0.5, което съответства на средни ефекти. Най-голямата разлика е при C3 (след тест) с $|r| = 0.446$, свързана с уменията за завършване на задачите, предприети от членовете на екипа. Следват B2 (след тест) ($|r| = 0.431$), свързана с подобряване на уменията на идентифициране и разпределяне на задачите в групата, след това D1 (след тест) ($|r| = 0.388$), свързана с подобряване на обратната връзка между членовете на екипа, и D2 (след тест) ($|r| = 0.381$), свързана с подобряване на уменията за оценка на резултатите от решаването на проблема. Най-ниската ефективност е за C2 (след тест), където $|r| = 0.322$, свързана с уменията за изпълнение на планове.

Разликите между момчетата и момичетата в експерименталната група бяха изследвани. Тестът на Шапиро-Уилк за нормалност показва нормално разпределение за двете групи за A1 (предварителен тест), B2 (предварителен тест), C2 (предварителен тест), B1 (след тест), B2 (след тест), B3 (след тест) и D3 (след тест) (Таблица 3.5). Тестът на Левин за равенство на дисперсиите показва хомогенност на групите ($p > 0.05$ във всички предишни или следващи тестове на променливите, Таблица 3.6). В резултат на проверките на предположенията, избираме теста на Стюдънт за равенство на средните стойности за гореспоменатите седем променливи, които са нормално разпределени, и теста на Ман-Уитни за останалите (Таблица 3.7). Стойностите на ефекта на размера са ниски, т.е. по-малко от 0.3. Намаляване на разликите в представянето между момчетата и момичетата в експерименталната група имаме при A1, A3, B1, B2, C1, C2, C3, D1, D2 и D3. Увеличаващи се разлики имаме при A2 и B3. Първоначалните тестове показват, че момичетата имат по-високи резултати от момчетата в компетентността за съвместно решаване на проблеми, което съответства на резултатите от PISA 2015. Но при наличие на обучение тези разлики намалчват.

		W	p
A1(pre-test)	Control group	0.966	< .001
	Experimental group	0.976	0.018
A2(pre-test)	Control group	0.961	< .001
	Experimental group	0.952	< .001
A3(pre-test)	Control group	0.967	< .001
	Experimental group	0.960	< .001
B1(pre-test)	Control group	0.947	< .001

		W	p
	Experimental group	0.961	< .001
B2(pre-test)	Control group	0.981	0.028
	Experimental group	0.978	0.030
B3(pre-test)	Control group	0.957	< .001
	Experimental group	0.967	0.002
C1(pre-test)	Control group	0.968	0.001
	Experimental group	0.967	0.003
C2(pre-test)	Control group	0.952	< .001
	Experimental group	0.971	0.006
C3(pre-test)	Control group	0.967	< .001
	Experimental group	0.952	< .001
D1(pre-test)	Control group	0.925	< .001
	Experimental group	0.930	< .001
D2(pre-test)	Control group	0.964	< .001
	Experimental group	0.953	< .001
D3(pre-test)	Control group	0.961	< .001
	Experimental group	0.975	0.015
A1(post-test)	Control group	0.972	0.003
	Experimental group	0.933	< .001
A2(post-test)	Control group	0.963	< .001
	Experimental group	0.938	< .001
A3(post-test)	Control group	0.967	< .001
	Experimental group	0.938	< .001
B1(post-test)	Control group	0.957	< .001
	Experimental group	0.986	0.184
B2(post-test)	Control group	0.984	0.069
	Experimental group	0.979	0.039
B3(post-test)	Control group	0.967	< .001
	Experimental group	0.984	0.134
C1(post-test)	Control group	0.970	0.002
	Experimental group	0.916	< .001
C2(post-test)	Control group	0.967	< .001
	Experimental group	0.966	0.002
C3(post-test)	Control group	0.957	< .001
	Experimental group	0.964	0.001
D1(post-test)	Control group	0.933	< .001
	Experimental group	0.942	< .001
D2(post-test)	Control group	0.964	< .001
	Experimental group	0.971	0.006
D3(post-test)	Control group	0.966	< .001
	Experimental group	0.978	0.032

Таблица 3.3 Тест на Шапиро-Уилк за нормалност

Таблица 3.3 показва резултатите от теста за нормалност (Shapiro-Wilk) за контролната и експерименталната групи. Тестът измерва дали данните в групите са нормално разпределени. За да се счита, че данните са нормално разпределени, обикновено е необходимо р-стойността (p-value) да бъде по-голяма от зададеното ниво на значимост (0.05). Анализът на таблицата показва, че много от променливите имат р-стойности, които са по-малки от 0.05, което означава, че има значими отклонения от нормалността. Това важи за повечето променливи от А1 до D3, както при началните тестове (pre-test), така и при крайните тестове (post-test) за контролната и експерименталната групи. Тези резултати от теста за нормалност са важни, тъй като те могат да определят какви статистически тестове да се използват за анализиране на данните. Ако данните не са нормално разпределени, може да се наложи използването на непараметрични тестове, като например теста на Ман-Уитни, вместо параметрични тестове като t-теста.

	W	p	Rank-Biserial Correlation
A1(pre-test)	10236.000	0.541	0.007
A2(pre-test)	10641.000	0.753	0.047
A3(pre-test)	10285.000	0.569	0.012
B1(pre-test)	10570.500	0.720	0.040
B2(pre-test)	10314.000	0.585	0.015
B3(pre-test)	10320.500	0.589	0.015
C1(pre-test)	10302.000	0.579	0.014
C2(pre-test)	10416.500	0.642	0.025
C3(pre-test)	10431.500	0.650	0.026
D1(pre-test)	10042.000	0.431	-0.012
D2(pre-test)	10234.000	0.540	0.007
D3(pre-test)	10176.500	0.507	0.001
A1(post-test)	6468.500	< .001	-0.364
A2(post-test)	6860.000	< .001	-0.325
A3(post-test)	6435.000	< .001	-0.367
B1(post-test)	6494.500	< .001	-0.361
B2(post-test)	5787.500	< .001	-0.431
B3(post-test)	6441.500	< .001	-0.366
C1(post-test)	6347.500	< .001	-0.375
C2(post-test)	6886.500	< .001	-0.322
C3(post-test)	5627.500	< .001	-0.446
D1(post-test)	6220.500	< .001	-0.388
D2(post-test)	6287.500	< .001	-0.381
D3(post-test)	6506.000	< .001	-0.360

Таблица 3.4 T-тест с едностранен критерий на независимите извадки

Таблица 3.4 представя резултатите от Т-тест с едностранен критерий за независими извадки. Този тест измерва разликата в средните стойности на две групи и се използва, за да определи дали има статистически значима разлика между контролната и експерименталната група, както преди, така и след обучението на експерименталната група на платформата.

W колоната представлява статистиката на Ман-Уитни (Mann-Whitney), която се използва, защото данните не са нормално разпределени. р-стойността (p-value) в таблицата показва вероятността да се получат такива резултати, ако контролната и експерименталната групи са идентични.

Алтернативната хипотеза гласи, че средните стойности на контролната група са по-ниски от тези на експерименталната група. В случая с предварителните тестове (pre-test), р-стойностите са над 0.025, което означава, че няма статистически значими разлики между контролната и експерименталната група преди обучението. За следващите тестове (post-test), всички р-стойности са по-малки от 0.025, което означава, че има статистически значими разлики между контролната и експерименталната групи след обучението. Това ни кара да приемем алтернативната хипотеза, че средните стойности на контролната група са по-ниски от тези на експерименталната група и то статистически значимо. В таблицата е включена и информация за размера на ефекта, който се дава от корелацията на ранг-бисериал (rank-biserial correlation). Всички стойности са между 0.3 и 0.5, което отговаря на средни по големина ефекти.

		W	p
A1(pre-test)	Boy	0.967	0.068
	Girl	0.981	0.425
A2(pre-test)	Boy	0.942	0.003
	Girl	0.956	0.024
A3(pre-test)	Boy	0.963	0.039
	Girl	0.941	0.004
B1(pre-test)	Boy	0.960	0.026
	Girl	0.960	0.041
B2(pre-test)	Boy	0.979	0.304
	Girl	0.973	0.171
B3(pre-test)	Boy	0.962	0.033
	Girl	0.970	0.121
C1(pre-test)	Boy	0.957	0.018
	Girl	0.974	0.199
C2(pre-test)	Boy	0.973	0.138
	Girl	0.964	0.061

		W	p
C3(pre-test)	Boy	0.951	0.009
	Girl	0.943	0.006
D1(pre-test)	Boy	0.934	0.001
	Girl	0.917	< .001
D2(pre-test)	Boy	0.968	0.072
	Girl	0.926	< .001
D3(pre-test)	Boy	0.957	0.019
	Girl	0.968	0.105
A1(post-test)	Boy	0.931	< .001
	Girl	0.922	< .001
A2(post-test)	Boy	0.950	0.008
	Girl	0.920	< .001
A3(post-test)	Boy	0.941	0.003
	Girl	0.930	0.001
B1(post-test)	Boy	0.970	0.099
	Girl	0.982	0.482
B2(post-test)	Boy	0.987	0.706
	Girl	0.962	0.052
B3(post-test)	Boy	0.980	0.324
	Girl	0.971	0.142
C1(post-test)	Boy	0.911	< .001
	Girl	0.919	< .001
C2(post-test)	Boy	0.967	0.063
	Girl	0.954	0.019
C3(post-test)	Boy	0.961	0.031
	Girl	0.958	0.030
D1(post-test)	Boy	0.925	< .001
	Girl	0.946	0.008
D2(post-test)	Boy	0.971	0.113
	Girl	0.952	0.015
D3(post-test)	Boy	0.970	0.090
	Girl	0.971	0.147

Таблица 3.5 Тест на Шапиро-Уилк за нормалност за момчета и момичета

Таблица 3.5 представя теста за нормалност (Shapiro-Wilk) за групите от момчета и момичета. Този тест проверява дали данните са нормално разпределени. Нормалното разпределение е важно предположение за много статистически тестове като например t-теста. W колоната представлява статистиката на Shapiro-Wilk, която е числена мярка за нормалността на разпределението на данните. p-стойността (p-value) показва вероятността да се получат такива резултати, ако данните са нормално разпределени. Значителни резултати ($p < 0.05$) предполагат отклонение от нормалността.

Анализът на данните показва следното. За повечето тестове преди обучението (pre-test), както при момчетата, така и при момичетата има отклонение от нормалността ($p < 0.05$). Това означава, че данните за тези тестове не са нормално разпределени и следователно трябва да се използват непараметрични тестове като Ман-Уитни. За повечето тестове след обучението (post-test), данните отново показват отклонение от нормалността, както за момчетата, така и за момичетата ($p < 0.05$). Това означава, че и при тези тестове трябва да се използват непараметрични тестове като Ман-Уитни.

	F	df	p
A1(pre-test)	0.402	1	0.527
A2(pre-test)	9.467e-4	1	0.976
A3(pre-test)	0.111	1	0.739
B1(pre-test)	0.118	1	0.732
B2(pre-test)	0.376	1	0.541
B3(pre-test)	2.697	1	0.103
C1(pre-test)	0.188	1	0.666
C2(pre-test)	0.077	1	0.782
C3(pre-test)	0.221	1	0.639
D1(pre-test)	0.017	1	0.897
D2(pre-test)	0.844	1	0.360
D3(pre-test)	0.236	1	0.628
A1(post-test)	0.724	1	0.396
A2(post-test)	0.521	1	0.472
A3(post-test)	0.068	1	0.794
B1(post-test)	0.953	1	0.331
B2(post-test)	0.047	1	0.828
B3(post-test)	2.174	1	0.143
C1(post-test)	1.093	1	0.298
C2(post-test)	0.034	1	0.854
C3(post-test)	0.020	1	0.888
D1(post-test)	0.314	1	0.576
D2(post-test)	1.235	1	0.268
D3(post-test)	1.086	1	0.299

Таблица 3.6 Тест на Левин за равенство на дисперсиите

Таблица 3.6 представя резултатите от теста на Левин за равенство на дисперсиите. Този тест се използва за определяне дали дисперсиите на две

групи са равни, което е важно предположение за много параметрични статистически тестове, като например теста за независими извадки (t-test). Колоната F представлява статистиката F, която е мярка за съотношението между междугруповата дисперсия и вътрешногруповата дисперсия. Колоната df показва степените на свобода, които са свързани с броя на извадките в групите. Колоната с p-стойността показва вероятността да се наблюдава дадената F статистика, ако дисперсиите са равни. За всички стойности на предварителното тестване (A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2, D3) p-стойностите са по-големи от 0,05, което показва, че няма значима разлика в дисперсиите между групите. Това означава, че предположението за равни дисперсии е изпълнено за тези мерки за предварителното тестване. За всички мерки за изходното тестване (A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2, D3) p-стойностите са също по-големи от 0,05, което предполага, че дисперсиите между групите са равни и за тези мерки след тестване. Резултатите от теста на Левин показват, че предположението за равни дисперсии е изпълнено както за мерките за предварително тестване, така и за мерките след тестване в този набор от данни. Тази информация е ценна за по-нататъшен статистически анализ, тъй като позволява да се използват параметрични тестове като t-теста за независими извадки при сравняване на средните стойности на групите.

	Test	Statistic	df	p	Effect Size
A1(pre-test)	Student	-1.525	130.000	0.130	-0.266
A2(pre-test)	Mann-Whitney	1874.000		0.173	-0.138
A3(pre-test)	Mann-Whitney	1748.000		0.053	-0.196
B1(pre-test)	Mann-Whitney	1991.500		0.408	-0.084
B2(pre-test)	Student	-1.070	130.000	0.287	-0.186
B3(pre-test)	Mann-Whitney	1728.000		0.043	-0.205
C1(pre-test)	Mann-Whitney	1711.500		0.036	-0.213
C2(pre-test)	Student	-1.713	130.000	0.089	-0.299
C3(pre-test)	Mann-Whitney	1730.500		0.044	-0.204
D1(pre-test)	Mann-Whitney	1830.500		0.119	-0.158
D2(pre-test)	Mann-Whitney	1868.000		0.165	-0.141
D3(pre-test)	Mann-Whitney	1912.500		0.235	-0.120
A1(post-test)	Mann-Whitney	1912.000		0.233	-0.120
A2(post-test)	Mann-Whitney	1757.000		0.057	-0.192
A3(post-test)	Mann-Whitney	1990.000		0.404	-0.084
B1(post-test)	Student	-0.426	130.000	0.671	-0.074
B2(post-test)	Student	0.265	130.000	0.791	0.046
B3(post-test)	Student	-1.769	130.000	0.079	-0.308
C1(post-test)	Mann-Whitney	2013.000		0.465	-0.074

	Test	Statistic	df	p	Effect Size
C2(post-test)	Mann-Whitney	2085.000		0.688	-0.041
C3(post-test)	Mann-Whitney	1911.500		0.233	-0.121
D1(post-test)	Mann-Whitney	2086.500		0.693	-0.040
D2(post-test)	Mann-Whitney	2124.500		0.825	-0.023
D3(post-test)	Student	-0.611	130.000	0.542	-0.106

Таблица 3.7 Т-тест на независимите извадки

Таблицата съдържа резултати от независими проби t-тестове (Студент и Ман-Уитни) за различни групи (А1, А2, А3, В1, В2, В3, С1, С2, С3, D1, D2, D3) преди (пре-тест) и след (пост-тест) експеримента. Таблицата показва статистически значимостта на разликите между контролната и експерименталната група за всяко съответно измерване. От анализа на таблицата можем да направим следните изводи. За повечето групи и измервания, стойностите на p са по-големи от 0.05. Това означава, че разликите между контролната и експерименталната група не са статистически значими и можем да приемем нулевата хипотеза - няма значима разлика между групите. В някои случаи (например, А3(pre-test), В3(pre-test), С1(pre-test), С3(pre-test), А2(post-test)), стойностите на p са по-малки от 0.05. Това означава, че разликите между контролната и експерименталната група са статистически значими и можем да отхвърлим нулевата хипотеза. В тези случаи, можем да приемем алтернативната хипотеза - има значима разлика между групите. Размерът на ефекта (Cohen's d за t-теста на Стюдънт и Уелч, rank biserial correlation за Ман-Уитни тест) показва степента на разлика между контролната и експерименталната група. Отрицателни стойности показват, че експерименталната група има по-ниски средни стойности от контролната група, докато положителните стойности показват обратното. Анализът на данните от таблица 5 показва, че има някои статистически значими разлики между контролната и експерименталната група в определени групи и измервания. От този статистически анализ можем да направим извода, че в началото имаме отчетлива разлика между момчетата и момичетата в компетентността екипно решаване на проблеми в полза на момичетата. Но след проведеното обучение тази разлика като цяло намалява в по-голямата част от подкомпетентностите на екипното решаване на проблеми, което означава, че като цяло тази разлика намалява след проведено обучение.

Изводи

Основата на нашето изследване са уменията, формулирани от PISA, които изграждат компетентността екипно решаване на проблеми. Това изследване допълва матрицата на PISA, като определя проблемите, които трябва да бъдат решени в контекста на физиката. Определянето на проблемите от такива, дефинирани безпредметно, към физично дефинирани проблеми е качествено нова стъпка, която отваря ново поле за развитието и прилагането на екипното решаване на проблеми в образователна среда. Уменията се изследват чрез работа в създадената информационна платформа за решаване на задачи по физика.

Резултатите показват, че работата с платформата, независимо от условията (онлайн или присъствено обучение), подобрява уменията за екипно решаване на проблеми, като се постигат по-добри резултати за всички умения. Разликите в крайните оценки между контролната и експерименталната група за демонстриране на тези умения бяха статистически значими. В началните тестове момичетата се представиха значително по-добре от момчетата. След работа с информационната система тази разлика намалява в крайните тестове.

На базата на проведените анализи от резултатите на изследванията могат да се направят следните изводи:

- **Работата с информационната система подобрява уменията на учениците за екипно решаване на проблеми;**
- **Работата с информационната система подобрява уменията на учениците за екипна работа;**
- **Работата с информационната система подобрява уменията на учениците за решаване на проблеми;**
- **Работата с информационната система намалява разликата в степента на овладяване на компетентността екипно решаване на проблеми.**

Заклучение

Основни резултати от изследването

- Проучен е и са описани международните концепции и рамки за внедряване на уменията на 21-ви век в образователна среда. Рамките са сравнени и са описани общите и отличителните характеристики.
- Проучен е и са описани международните концепции и рамки за внедряване на компетентността екипно решаване на проблеми. Описани са международните рамки на PISA, CRESST и ATC21s. Рамките са сравнени и са описани общите и отличителните характеристики.
- Проучени и са описани добрите международни практики при внедряването на информационни системи в образователните среди.
- Описана е методология за оценяване на компетентността екипно решаване на проблеми. Компетентността е разделена на дванадесет умения. Тези умения са разбиране на представите и способностите на членовете на екипа, разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите, разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема, формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема, дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени, определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация, обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема, предлагане на план за действие, спазване на приетите правила за участие в екипа, мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема, мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема, мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък.
- Описана е методологията за създаване и внедряване на информационна система за подобряване на компетентността екипно решаване на проблеми

- Системата е създадена и е внедрена в училищния курс по физика и астрономия и информационни технологии в класовете от седми до десети клас в столичното 125. СУ „Боян Пенев“.
- Проведен е дидактически експеримент с контролна и експериментална групи с ученици от седми до десети клас в 125. СУ „Боян Пенев“ в гр. София.

Основни изводи от изследването

- При подходящо избрана и внедрена информационна система се постига подобряване уменията на учениците за екипно решаване на проблеми.
- При подходящо избрана и внедрена информационна система се постига подобряване на уменията на учениците за екипна работа.
- При подходящо избрана и внедрена информационна система се постига подобряване на компетентността на учениците за екипно решаване на проблеми
- Установено е, че момчетата постигат по-добри резултати при тестване на компетентността за екипно решаване на задачи. Но при работа на учениците с информационната система намалява разликата в степента на овладяване на компетентността екипно решаване на проблеми между момчетата и момичетата.

Изводи от концепциите за уменията на 21-ви век

Уменията на 21-ви век включват широк спектър от ключови компетентности, които се смятат за критично важни в настоящия глобализиран свят. Те включват критично мислене, творчество, комуникативни умения, работа в екип, информационна грамотност, медийна грамотност, технологична грамотност, гъвкавост, лидерство, инициативност, продуктивност и социални умения.

Има няколко важни извода относно образованието и стратегиите за уменията на 21-ви век.

1. В съвременния бързо променящ се свят, учениците трябва да бъдат подготвени не само с традиционните академични умения, но и с тези умения на 21-ви век, които ще им позволят да се приспособяват и да просперираат.
2. Често е необходимо да се променят учебните планове и методики, за да се включат уменията на 21-ви век. Това може да включва по-голяма

употреба на технологии в класната стая(вече познатото СТЕМ-център), внедряване в учебните програми на проектно-базирано обучение и насърчаване на екипната работа и критичното мислене.

3. Правилната оценка и проследяване на прогреса на учениците в тези области е важна задача за осигуряване на ефективно обучение и навлизането в по-голяма степен на индивидуалните подходи в образователния процес. Това изисква разработването на подходящи инструменти и методики за оценка.

4. Учителите трябва да бъдат подготвени и подкрепяни, за да могат ефективно да внедряват уменията на 21-ви век в своите учебни планове и методики.

5. Важно е да се гарантира, че всички ученици, независимо от техния социално-икономически статус, имат равен достъп до качествено обучение, което развива уменията на 21-ви век. Това може да изисква допълнителни ресурси и подкрепа за училища в подкрепа на подлежащи на риск деца или деца от малцинствени групи.

6. Уменията на 21-ви век често се преплитат и са взаимосвързани. Например, уменията за критично мислене могат да се приложат както при решаване на проблеми в математиката, така и при интерпретация на литературни текстове. Обучението, което включва различни дисциплини и области на знание, може да бъде по-ефективно за развитието на тези умения. Интердисциплинарният подход е ключов при внедряването на уменията на 21-ви век в образователните системи.

7. Уменията на 21-ви век могат да се развиват и подкрепят не само в училище, но и чрез взаимодействия със семействата, общността и работодателите. Партньорства между училища и общността могат да играят важна роля в подкрепата на тези умения.

Образованието в 21-ви век изисква интегриран подход, който включва актуализиране на учебни планове, промяна на учебните методики, подготовка и подкрепа на учителите, разнообразно оценяване, проследяване на прогреса на ученика и активно участие на родителското тяло и бизнеса в подкрепа на образователния процес

Изводи от електронното обучение

Електронното обучение, често наричано и e-learning, се оказва все по-централен аспект в образованието, особено след избухването на COVID-19

пандемията. Имаме следните ключови изводи за образованието от гледна точка на електронното обучение.

1. Електронното обучение осигурява гъвкавост както на учениците, така и на учителите. Учениците могат да учат в удобно за тях време и място, което може да улесни достъпността в образованието.
2. Електронните платформи за обучение могат да бъдат персонализирани, за да отговарят на индивидуалните нужди на учениците. Те могат да позволят на учителите да следят индивидуалния прогрес на учениците и да предлагат подкрепа и допълнителни материали, където е необходимо.
3. Електронното обучение подкрепя идеята за обучение през целия живот, като предлага възможности за обучение и развитие, независимо от възрастта или географското разположение.
4. Употребата на електронни платформи за обучение помага за развитието на технологичната грамотност, която е една от важните характеристики за успешно развитие в 21-ви век.
5. Комбинирането на електронно обучение с традиционни учебни методи може да доведе до смесено обучение, което използва най-доброто от двете среди за постигане на по-ефективни резултати.
6. Електронното обучение може да даде достъп до широк спектър от учебни ресурси, включително мултимедийни материали, интерактивни симулации и игри, виртуални лаборатории и други.
7. Въпреки многото възможности електронното обучение предлага и някои предизвикателства. Достъпът до интернет и подходящо технологично оборудване може да бъде проблем за някои ученици. Освен това поддържането на мотивацията и участието в онлайн обучението може да бъде трудно, особено при отсъствие на личен контакт и социално общуване, които са характерни за традиционните методи на обучение.
8. В сферата на електронното обучение е също важно да се внимава за сигурността и конфиденциалността на личните данни на учениците.
9. Учителите трябва да бъдат обучени как да използват технологиите и как да взаимодействат с учениците в дигиталната среда.

Електронното обучение представлява важна възможност за развитие на образованието в 21-ви век, но изисква внимателно планиране и подходящи стратегии за осигуряване на ефективност и равен достъп за всички ученици.

Изводи за внедряването на работата в екип в образователния процес

Работата в екип е едно от уменията на 21-ви век, което учениците трябва да развиват и за което образователната система трябва да предлага подходящи възможности. Можем да изведем следните изводи.

1. Умението да работиш ефективно в екип изисква сътрудничество и силни комуникационни умения. Това включва изразяване на своите мисли ясно, слушане и взаимодействие с останалите, и използване на конструктивен подход към решаването на конфликти.
2. Работата в екип може да допринесе за развитието на уменията за проблемно решаване, тъй като често се изисква от учениците да сътрудничат, за да намерят решение на сложни задачи.
3. Работата в екип често изисква гъвкавост и прилагане на знания и умения в разнообразни ситуации. Това може да помогне на учениците да станат по-адаптивни и да развиват способността си да прилагат това, което са научили в реални ситуации.
4. Работата в екип също може да допринесе за развитието на социалната отговорност и емпатия, тъй като учениците трябва да вземат предвид мненията и чувствата на другите и да сътрудничат за общата цел.
5. Много професии в 21-ви век изискват сътрудничество и работа в екип. Учениците, които вече имат опит и умения в тази област, ще бъдат по-добре подготвени за трудовия пазар.

Образователната система трябва да предостави възможности и средства за учениците да работят в екип, като включва проекти базирани на екипна работа и насърчава сътрудничество и обществено участие в учебния процес. Това може да включва стратегии като:

1. Учениците могат да работят заедно по проекти, които изискват сътрудничество, съвместна работа и решаване на проблеми. Това предлага практическо приложение на уменията за работа в екип и ги приготвя за ситуации, които могат да срещнат в бъдещата си професионална кариера.
2. Подкрепянето на учениците да развиват уменията си за комуникация може да бъде особено полезно при работата в екип. Това включва не само изразяване на своите мисли и идеи по ясен и разбираем начин, но и умениято да слушат и разбират другите.
3. Работата в екип често включва някаква форма на конфликт. Учениците трябва да научат как да се справят с такива ситуации по конструктивен

начин, което включва разбиране на различните гледни точки, търсене на компромис и работа за обща цел.

4. Работата в екип също предполага зачитане на различията между хората. Учениците трябва да се научат да ценят и използват различните умения, знания и перспективи, които всяка отделна личност може да донесе в екипа.

Работата в екип е важно умение, което трябва да бъде развиване в образователната система, тъй като е ключова част от подготовката на учениците за бъдещата им кариера и живот.

Изводи от прилагането на платформи с интерактивни симулации в образоването,

Интерактивните симулации са важен инструмент в образованието, особено в контекста на насърчаване на проблемното образование и изследователския подход в обучението. Можем да изброим следните ключови извода за прилагането на интерактивните симулации в обучението.

1. Интерактивните симулации могат да помогнат на учениците да разберат и запомнят сложни концепции, като им предоставят възможност да онагледят и да изпробват различни състояния на дадена система. Това може да бъде особено полезно в природните науки, математиката и инженерството.

2. Интерактивните симулации предоставят възможност за активно обучение, което позволява на учениците да участват пряко в процеса на обучението си, вместо пасивно да получават информация.

3. Симулациите предлагат сигурна среда, в която учениците могат да правят грешки и да се учат от тях без вредни последствия. Това е особено важно в области като медицина или инженерство, където грешките могат да имат сериозни последствия в реалния свят.

4. Симулациите позволяват на учениците да получат практически опит в ситуации, които може да не са достъпни или практични в традиционния учебен контекст. Това може да увеличи усвояването на знания и умения и да подобри способността на учениците да прилагат това, което са научили, в реалния свят.

5. Интерактивните симулации могат да стимулират самостоятелното обучение, като дават на учениците възможност да учат в свое собствено темпо, да експериментират и да изследват различни стратегии и решения.

6. Симулациите често включват игрови елементи, които могат да повишат мотивацията и ангажираността на учениците. Те могат да превърнат обучението в забавно и привлекателно изживяване, което може да подобри усвояването на знания и умения.

7. Използването на интерактивни симулации в обучението може да помогне на учениците да развият важни дигитални умения, които са все по-важни в съвременния свят.

Интерактивните симулации могат да бъдат мощен инструмент за подпомагане на обучението, подобряване на разбирането и насърчаване на активното и самостоятелното обучение. Те могат да предоставят на учениците възможност да изследват, експериментират и учат в сигурна и стимулираща среда.

Перспективи за бъдещето развитие на изследванията

Работата върху този дисертационен труд може да се развие в следните направления.

1. Методологията е развита за екипно решаване на физични проблеми. Може да се направи методология за екипно решаване на интердисциплинарни проблеми. От една страна това ще направи модела по-сложен, но от друга страна проблемите ще бъдат по-близки до реалните примери.
2. Изследването може да се концентрира върху въпроса за влиянието на възрастта при развитието на компетентността екипно решаване на проблеми по физика. За тази цел трябва да се изберат повече училища, което отново прави изследването по-сложно като организация и като необходими ресурси.

Приноси

Теоретични

1. Създаден е модел за екипно решаване на проблеми по физика. Формулирани са основни умения за работа в екип, които служат като индикатори за ефективност.
2. Създаден е дизайн на информационна система, основана на модела за екипна работа за изследване на умения за работа в екип и решаване на физични проблеми.
3. Формулирани са критерии за степента на формираност на уменията

Приложни

1. Разработен е инструментариум за информационната система за екипна дейност.
2. Тестване и усъвършенстване на платформата с цел нейното пълноценно внедряване в училищна среда.
3. Внедряване на платформата в реална училищна среда в задължителна и факултативна форма на обучение.

Публикации във връзка с дисертацията

Конференции:

1. Building a Network to Support and Improve High-School Physics Education, Harvard University and National Science Foundation (NSF), 13-17 July 2020, Collaborative Problem Solving, Fabien Kunis.
2. 48-та Национална конференция по въпросите на обучението по физика на тема: „Ядрената физика и енергетика в образованието по физика” 2 – 4 октомври 2020 г., София. Доклад на тема: "Използване на интерактивни симулации, видеоклипове и анимации в обучението по атомна и ядрена физика в училищния курс", Фабиен Кунис
3. 49-та Национална конференция по въпросите на обучението по физика на тема: „Физиката в STEM образованието в средните и във висшите училища” 4 – 6 юни 2021 г., Видин. Доклад на тема: "Използване на мобилните устройства в училищния експеримент по

- физика и астрономия в учебната и извънучебната училищна дейност", Фабиен Кунис
4. 49-та Национална конференция по въпросите на обучението по физика на тема: „Физиката в STEM образованието в средните и във висшите училища” 4 – 6 юни 2021 г., Видин. Доклад на тема: "Възможности и практики в прилагането на работата в екип в учебна STEM среда", Фабиен Кунис, Мая Гайдарова
 5. Harvard Summer 2021 Free Virtual Conference: PoLS-T Exchange: 'Building a Global Network of High School Physics Teachers', How to Engage Students in Collaborative Learning, Fabien Kunis, 29.06.2021 - 01.07.2021
 6. Национална конференция с международно участие „Образователни технологии 2021”, Possibilities for analysis of damping vibration through a partially computer-based learning experiment in physics, Konstantin P. ILCHEV, Fabien T. KUNIS, Vesela V. DIMOVA, Christina A. MARKOVSKA, 06.09.2021 - 09.09.2021
 7. Национална конференция с международно участие „Образователни технологии 2021”, Improving students 'understanding of kinematic and dynamic description of acceleration through partially computer-based learning experiment in physical experiment, Konstantin P. ILCHEV, Fabien T. KUNIS, Vesela V. DIMOVA, Christina A. MARKOVSKA, 06.09.2021 - 09.09.2021
 8. The Ninth International Conference “Modern Trends in Science” (FMNS-2021), Analysis of problem-based learning in physics from the perspective of integrated STEM education, Ivelina Kotseva, Maya Gaydarova, Fabien Kunis, Konstantin Ilchev, 15.09.2021-19.09.2021, Blagoevgrad, Bulgaria
 9. The Ninth International Conference “Modern Trends in Science” (FMNS-2021), Applying collaborative activities in high school physics course during hybrid model of learning, Fabien Kunis, Ivelina Kotseva, Maya Gaydarova, 15.09.2021-19.09.2021, Blagoevgrad, Bulgaria
 10. 2022 Annual Meeting of the International Physics of Living Systems (iPoLS) Network, May 31 – June 3 2022, Montpellier, France, Think globally, act locally, Collaborative problem solving, Fabien Kunis.
 11. 50-та Национална конференция по въпросите на обучението по физика на тема: „Климатичните промени и образованието по физика”, 2 – 5 юни 2022 г., град Варна, Доклад на тема: "Подобряване на уменията за екипна работа при изучаване на климатичните промени в обучението по физика", автори: Фабиен Кунис, Мая Гайдарова, Ивелина Коцева.
 12. 50-та Национална конференция по въпросите на обучението по физика на тема: „Климатичните промени и образованието по физика”, 2 – 5 юни 2022 г., град Варна, Доклад на тема: "Прилагане на

изследователския подход в електронна среда при изучаване на климатичните промени", автори: Фабиен Кунис.

13. 48th International Conference Applications of Mathematics in Engineering and Economics, 7 - 13 June 2022, Sozopol, Bulgaria, Improving Collaborative Problem-Solving Competency through Information Systems in Physics Education, Fabien Kunis, Maya Gaydarova, Ivelina Kotseva
14. 11th International Conference of the Balkan Physical Union, 28 August – 1 September 2022, Belgrade, Serbia, Доклад на тема: Improving the Students' Learning of Optics and Atomic and Molecular Physics by Computer-assisted Spectroscopic School Experiments (S14-PEHPP-104)
15. Весела В. Димова, Милена К. Стоянова, Константин П. Илчев, Фабиен Т. Кунис, Божидар Н. Бозов, Христина А. Марковска, „Възможности за подобряване на усвояването на учебния материал по механика чрез частично компютърно-базиран учебен експеримент по физика“ (Vesela V. Dimova, Milena K. Stoyanova, Konstantin P. Ilchev, Fabien T. Kunis, Bojidar N. Bozov, Christina A. Markovska, „Opportunities for improving the learning of mechanical course material through partiall computer-based physics learning experiment“), Announcements of Union of Scientists Sliven, vol. 37 (1), pp.160-165 (2022)
16. Fabien Kunis, Konstantin Ilchev, Milena Stoyanova, Vesela Dimova, Tsanislava Genova, Stefan Valkov, Christina Andreeva, “Improving the students' learning of optics and atomic and molecular physics by computer-assisted school experiments“, Proceedings of the International Scientific Conference UniTech 2022, p.II-256-II-260 (2022).
17. Fabien Kunis, Konstantin Ilchev, Milena Stoyanova, Vesela Dimova, Tsanislava Genova, Stefan Valkov, Christina Andreeva “Improving the students' learning of optics and atomic and molecular physics by computer-assisted school experiments”, доклад на Международна конференция UniTech, 18-19.11.2022 Габрово, България
18. Весела В. Димова, Милена К. Стоянова, Константин П. Илчев, Фабиен Т. Кунис, Божидар Н. Бозов, Христина А. Марковска, „Възможности за подобряване на усвояването на учебния материал по механика чрез частично компютърно-базиран учебен експеримент по физика“, доклад на 18-та национална конференция с международно участие „Образователни технологии 2022“, гр. Каварна, 6-8 септември 2022 г.

Статии:

1. Kunis, F., & Dimitrov, M. (2020). Investigating Lotka-Volterra model using computer simulation. Open Schools Journal for Open Science, 3(10). doi:<https://doi.org/10.12681/osj.24890>
2. Ivelina Kotseva, Maya Gaydarova, Fabien Kunis, Konstantin Ilchev, Analysis of problem-based learning in physics from the perspective of

- integrated STEM education, *Bulgarian Chemical Communications*, Volume 54, Special Issue B2, 2022
3. Fabien Kunis, Ivelina Kotseva, Maya Gaydarova, Applying collaborative activities in high school physics course during hybrid model of learning, *Bulgarian Chemical Communications*, *Bulgarian Chemical Communications*, Volume 54, Special Issue B2, 2022
 4. Kunis, F. T., Dimitrov, M., & Markova, D. (2022). Simulating Predator-Prey System by Cellular Automata. *Open Schools Journal for Open Science*, 5(2). <https://doi.org/10.12681/osj.31250>
 5. Teodora Vasileva, Fabien Kunis, "Manipulating Pixels, Graphic Images and Video Using Javascript", *Science, Engineering & Education*, Volume 7, Iss. 1, 2022, ISSN 2534-8507 (print), ISSN 2534-8515 (on line)
 6. Daniel Kolev, Martin Kostov, Fabien Kunis, "Creating a Physical Wallet for Cryptocurrencies", *Science, Engineering & Education*, Volume 7, Iss. 1, 2022, ISSN 2534-8507 (print), ISSN 2534-8515 (on line)
 7. Fabien Kunis, Ivelina Kotseva, Maya Gaydarova, Improving Collaborative Problem-Solving Competency through Information Systems in Physics Education, *AIP Conference Proceedings*, в процес на рецензия

Библиография

- American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. (2014). *Standards for educational and psychological testing*. American Educational Research Association.
- Ananiadou, K. and Claro, M., 2009. 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries.
- Anderson, J. R. (1990). *Cognitive psychology and its implications* (3rd ed.) New York, USA: Freeman.
- Aronson, E. , Stephan, C. , Sikes, J. , Blaney, N. , and Snapp, M. *The Jigsaw Classroom*, Sage Publications, Inc., Beverly Hills, California, 1978
- Aronson, E. and S. Patnoe (1997), *The jigsaw classroom: Building cooperation in the classroom* (2nd ed.), Longman, New York.
- Arts, J. A. R., Gijssels, W. H., & Segers, M. S. R. (2006). Enhancing problemsolving expertise by means of an authentic, collaborative, computer-supported and problem-based course. *European Journal of Psychology of Education*, 11(1), 71-90.

- Artzt, A. F., & Armour-Thomas, E. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving. *Cognition and Instruction*, 9, 137-175.
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA) (2013). General Capabilities in the Australian Curriculum. Retrieved from <http://www.australiancurriculum.edu.au/GeneralCapabilities/Pdf/Overview>
- Babbie, E. (2015). *The practice of social research*. Cengage Learning.
- Baghaei, N., Mitrovic, A., & Irwin, W. (2007). Supporting collaborative learning and problem solving in a constraint-based CSCL environment for UML class diagrams. *International Journal on Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(2), 159-190.
- Barth, C.M. and J. Funke (2010), "Negative affective environments improve complex solving performance", *Cognition and Emotion*, Vol. 24/7, pp. 1259-1268.
- Bausell, R. B., & Li, Y. F. (2002). *Power analysis for experimental research: a practical guide for the biological, medical, and social sciences*. Cambridge University Press.
- Baxter, G. P., Elder, A. D., & Glaser, R. (1996). *Assessment and instruction in the science classroom (CSE Technical Reports No. 418)*. Los Angeles, CA: University of California, National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing.
- Bennett, R. E. (2015). The changing nature of educational assessment. *Review of Research in Education*, 39(1), 370–407.
- Bennett, R. E., & Ward, W. C. (2015). A review of the research on computer-based (CB) assessment. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 141-155). Springer.
- BENNETT, R.E. (1993), "On the meanings of constructed response", in R.E. Bennett (ed.), *Construction vs. Choice in Cognitive Measurement: Issues in Constructed Response, Performance Testing, and Portfolio Assessment*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, pp. 1-27.
- Berger, T. and Frey, C., *Future Shocks and Shifts: Challenges for the Global Workforce and Skills Development*, OECD, Paris, 2015, <https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/Future-Shocks-and-Shifts-Challenges-for-the-Global-Workforce-and-Skills-Development.pdf>
- Bialik, M. and C. Fadel, 2018, *Knowledge for the Age of Artificial Intelligence: What Should Students Learn?* https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR_Knowledge_FINAL_January_2018.pdf
- Bingimlas, K. A. (2009). Barriers to the successful integration of ICT in teaching and learning environments: A review of the literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(3), 235-245.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., & Rumble, M. (2011). Defining 21st century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.). *Assessment and teaching 21st century skills* (pp. 17-66). Dordrecht: Springer.
- Bransford, J. D., & Stein, B. S. (1993). *The IDEAL problem solver: A guide for improving thinking, learning, and creativity* (2nd ed.). New York: Freeman.
- Brehmer, B., & Dörner, D. (1993). Experiments with computer-simulated microworlds: Escaping both the narrow straits of the laboratory and the deep blue sea of the field study. *Computers in Human Behavior*, 9, 171-184.

- Bryman, A. (2015). *Social Research Methods*. Oxford University Press.
- Buzzetto-More, N. A. (2009). Testing in the 21st century: Is it time to move past the traditional paper and pencil test? *Online Journal of Distance Learning Administration*, 12(1).
- Callingham, R., and P. Griffin (2001). Shaping assessment for effective intervention. In *Mathematics shaping Australia: Proceedings of the Eighteenth Biennial Conference of The Australian Association of Mathematics Teachers Inc* (pp. 271-280). Canberra, Australia: The Australian Association of Mathematics Teachers Inc.
- Campbell, J. (1968), "Individual versus group problem solving in an industrial sample", *Journal of Applied Psychology*, Vol. 52, pp. 205-210.
- Chen, Q., 2009. Cellular automata. In: S. Jørgensen, T. Chon & F. Recknagel, eds. *Handbook of Ecological Modelling and Informatics*. s.l.:WITpress, pp. 283-306.
- Chi, M. T. H., Glaser, R., & Farr, M. J. (1988). *The nature of Expertise*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, E. G., Lotan, R. A., Scarloss, B. A., & Arellano, A. R. (1999). Complex instruction: Equity in cooperative learning classrooms. *Theory into Practice*, 38, 80-86.
- COUNCIL RECOMMENDATION of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning, (2018/C 189/01), [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN)
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Crowl, T. K., Kaminsky, S., & Podell, D. M. (1997). *Educational psychology: Windows on teaching*. Madison, WI: Brown & Benchmark Publishers.
- Dandurand, F., Shultz, T. R., & Onishi, K. H. (2008). Comparing online and lab methods in a problem-solving experiment. *Behavior research methods*, 40(2), 428-434.
- Daniel Kolev, Martin Kostov, Fabien Kunis, "Creating a Physical Wallet for Cryptocurrencies", *Science, Engineering & Education*, Volume 7, Iss. 1, 2022, ISSN 2534-8507 (print), ISSN 2534-8515 (on line)
- Darling-Hammond, L. (2003). *The Learning Classroom: Theory into practice*. School of Education, Stanford University. Retrieved from https://www.learner.org/courses/learningclassroom/support_pages/index.html
- Davidson, J. E., & Sternberg, R. J. (1998). Smart problem solving: How metacognition helps. In D. J. Hacker, J. Dunlosky & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 47-68). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Davidson, J. E., Deuser, R., & Sternberg, R. J. (1994). The role of metacognition in problem solving. In J. Metcalf & A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition* (pp. 207-226). Boston, MA: The MIT Press.
- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. In J. Bellanca & R. Brandt (Eds.) *21st century skills: Rethinking how students learn* (pp 51-76). Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by 'collaborative learning'? In P. Dillenbourg (Ed.) *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches* (pp. 1-19). Oxford, UK: Elsevier.

- Dillenbourg, P. and D. Traum (2006), "Sharing solutions: Persistence and grounding in multi-modal collaborative problem solving", *The Journal of the Learning Sciences*, Vol. 15, pp.121-151.
- Dillman, D. A., Smyth, J. D., & Christian, L. M. (2014). *Internet, phone, mail, and mixed-mode surveys: the tailored design method*. John Wiley & Sons.
- Dörner, D. (1986). Diagnostik der operativen Intelligenz. *Diagnostica*, 32, 290-308.
- Dyer, J. L., 1984, Team research and team training: A state-of-the-art review. *Human Factors Review*, pp. 285-319.
- Eckstein, H. (1975). Case Study and Theory in Political Science. In Greenstein, F.I. & Polsby, N.W. (Eds.), *Handbook of Political Science*, Vol. 7: Strategies of Inquiry. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Elliott, S. N. (2003). Academic enablers and academic success across different types of educational outcomes. *School Psychology Review*, 32(2), 183-194.
- Fabien Kunis, Ivelina Kotseva, Maya Gaydarova, Applying collaborative activities in high school physics course during hybrid model of learning, *Bulgarian Chemical Communications*, Bulgarian Chemical Communications, Volume 54, Special Issue B2, 2022
- Fabien Kunis, Ivelina Kotseva, Maya Gaydarova, Improving Collaborative Problem-Solving Competency through Information Systems in Physics Education, *AIP Conference Proceedings*, в процес на рецензия
- Fiore, S.M. and J.W. Schooler (2004), "Process mapping and shared cognition: Teamwork and the development of shared problem models", in Salas, E. and S.M. Fiore (eds.), *Team cognition: Understanding the factors that drive process and performance*, American Psychological Association, Washington, DC, pp. 133-152.
- Fiore, S.M. et al. (2010), "Toward an understanding of macrocognition in teams: Predicting process in complex collaborative contexts", *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol. 53, pp. 203-224.
- Fowler, F. J. (2013). *Survey research methods*. Sage publications.
- Frensch, P. A., & Funke, J. (Eds.) (1995). *Complex problem solving: The European perspective*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Funke, J. (1998), "Computer-based testing and training with scenarios from complex problem-solving research: Advantages and disadvantages", *International Journal of Selection and Assessment*, Vol. 6, pp. 90-96.
- Funke, J. (2001). Dynamic systems as tools for analysing human judgement. *Thinking and Reasoning*, 7(1), 69-89.
- Funke, J. (2010). Complex problem solving: A case for complex cognition? *Cognitive Processes*, 11, 133-142.
- Funke, J. and P.A. Frensch (2007), "Complex problem solving: The European perspective – 10 years after", in Jonassen, D.H. (ed.), *Learning to Solve Complex Scientific Problems*, Lawrence Erlbaum, New York, pp. 25-47.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915-945.

- Garofalo, J., & Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal of Research in Mathematics Education*, 16, 163-176.
- Garofalo, J., & Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal of Research in Mathematics Education*, 16, 163-176.
- George, A.L. & Bennett, A. (2005). *Case Studies and Theory Development in the Social Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gerace, W. J. (2001). Problem solving and conceptual understanding. In S. Franklin, J. Marx, & K. Cummings (Eds.), *Proceedings of the 2001 Physics Education Research Conference* (pp. 33-36). Rochester, NY: PERC Publishing.
- Gick, M.L. (1986). Problem-solving strategies. *Educational Psychologist*, 21(1), 99-120.
- Glaser, B. (1992). *Basics of grounded theory analysis*. Mill Valley, CA: Sociology Press.
- Glaser, R. (1986). On the nature of expertise. In F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities: Mechanisms and performances* (pp. 915-928). Amsterdam: Elsevier Science Publishing.
- Glaser, R. (1991). Expertise and assessment. In M. C. Wittrock & E. L. Baker (Eds.), *Testing and Cognition* (pp. 17-30). Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Glaser, R., Raghavan, K., and Baxter, G. (1992). Design characteristics of science performance assessments (CSE Technical Report No. 349). Los Angeles, CA: Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing.
- Goos, M., & Galbraith, P. (1996). Do it this way! Metacognitive strategies in collaborative mathematical problem solving. *Educational studies in mathematics*, 30(3), 229-260.
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). *Assessment and teaching 21st century skills*. Dordrecht: Springer.
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., & Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. *Assessment and Teaching of 21st Century Skills: Methods and Approach*. Dordrecht: Springer.
- Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223-252.
- Hróbjartsson, A., Emanuelsson, F., Skou Thomsen, A. S., Hilden, J., & Brorson, S. (2014). Bias due to lack of patient blinding in clinical trials. A systematic review of trials randomizing patients to blind and nonblind sub-studies. *International journal of epidemiology*, 43(4), 1272-1283.
- https://www.mon.bg/upload/16793/ndbr13_2016_GZEIObrazovanie_280918.pdf
- https://www.mon.bg/upload/24101/nrdb5-2015_OPP_izm102020.pdf
- Ivelina Kotseva, Maya Gaydarova, Fabien Kunis, Konstantin Ilchev, Analysis of problem-based learning in physics from the perspective of integrated STEM education, *Bulgarian Chemical Communications*, Volume 54, Special Issue B2, 2022
- Jonas Hallström, Konrad J. Schönborn, Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument, *International Journal of STEM Education*, (2019) 6:22, <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z>

- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63-85.
- Kanter, R. M. (1994). Collaborative advantage: The art of alliances. *Harvard Business Review* 72(4), 96-108.
- King, F. J, Rohani, F., & Goodson, L. (1997). Statewide assessment of listening and verbal communication skills, information literacy skills, and problem-solving skills. Tallahassee, FL: Florida State University.
- King, G., Keohane, R.O. & Verba, S. (1994). *Designing Social Inquiry: Scientific Inference in Qualitative Research*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Klein, G., & Crandall, B. W. (1995). The role of mental simulation in problem solving and decision making. In P. Hancock, J. Flach, J. Caird & K. J. Vicente (Eds.), *Local applications of the ecological approach to human machine systems* (pp. 324-358). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kozma, R. (2009). Assessing and teaching 21st century skills: A call to action. In F. Schueremann & J. Bjornsson (Eds.), *The transition to computer-based assessment: New approaches to skill assessment and implications for large scale assessment* (pp. 13-23). Brussels: European Communities.
- Kramarski, B., & Mevarech, Z. R. (1997). Cognitive-metacognitive training within a problem-solving based Logo environment. *British Journal of Educational Psychology*, 67, 425-445.
- Kubiszyn, T., & Borich, G. (2003). *Educational Testing & Measurement: Classroom Application and Practice*. John Wiley & Sons, Inc.
- Kunis, F. T., Dimitrov, M., & Markova, D. (2022). Simulating Predator-Prey System by Cellular Automata. *Open Schools Journal for Open Science*, 5(2). <https://doi.org/10.12681/osj.31250>
- Kunis, F., & Dimitrov, M. (2020). Investigating Lotka-Volterra model using computer simulation. *Open Schools Journal for Open Science*, 3(10). <https://doi.org/10.12681/osj.24890>
- Kutta, M., 1901. Beitrag zur näherungsweise Integration totaler Differentialgleichungen. *Zeitschrift für Mathematik und Physik*
- Lai, E. R. (2011). Collaboration: A Literature Review. Research Report: Pearson Assessments. Retrieved from <http://images.pearsonassessments.com/images/tmrs/Collaboration-Review.pdf>
- Larson, L. C., & Miller, T. N. (2011). 21st century skills: Prepare students for the future. *Kappa Delta Pi Record*, 47(3), 121-123.
- Larson, L.C. and Miller, T.N., 2011. 21st century skills: Prepare students for the future. *Kappa Delta Pi Record*, 47(3), pp.121-123.
- LaToza, T. D., Venolia, G., and DeLine, R. (2006). Maintaining mental models: a study of developer work habits. In *Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering (ICSE) - Experience Report Track*, Shanghai, China, May 20-28.
- Lester, F. K. (1994). Musings about mathematical problem-solving research: 1970-1994. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25, 660-675.
- Leutner, D., & Wirth. J. (2005). What we have learned from PISA so far: A German educational psychology point of view. *KEDI Journal of Educational Policy*, 2, 39-56.

- Levy, F., & Murnane, R. J. (2004). *The new division of labor: How computers are creating the next job market*. Princeton University Press.
- Liao, S. -H., & Ho, Y. -P. (2008). A knowledge-based architecture for implementing collaborative problem-solving methods in military e-training. *Expert Systems with Applications*, 35, 976-990.
- Lijphart, A. (1971). Comparative Politics and the Comparative Method. *The American Political Science Review*, 65(3), 682-693.
- Lotka, A. J., 1910. Contribution to the Theory of Periodic Reaction. *The Journal of Physical Chemistry A*.
- Marschak, J., & Radner, R. (1972). *Economic theory of teams*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Marshall, S. P. (1995). *Schemas in Problem Solving*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (1998). Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science*, 26, 49-63.
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (1996). Problem solving transfer. In R. Calfee & R. Berliner (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 47–62). New York, NY: Macmillan.
- Mazur, E. 1997, *Peer Instruction: A User's Manual Series in Educational Innovation*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ
- Messick, S. (1994). The interplay of evidence and consequences in the validation of performance assessments. *Educational Researcher*, 23(2), 13-23.
- Mislevy, R. J., Steinberg, L. S., & Almond, R. G. (2003). On the structure of educational assessment. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 1, 3-67.
- Moore, M. G., & Kearsley, G. (2011). *Distance education: A systems view of online learning*. Cengage Learning.
- Morgan, B. B., Salas, E., & Glickman, A. S. (1993). An analysis of team evaluation and maturation. *Journal of General Psychology*, 120 (3), 277-291.
- National Research Council. 2011. *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13158>.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- O'Neil, H. F. Jr. (1999). Perspectives on computer-based performance assessment of problem solving: Editor's introduction. *Computers in Human Behavior*, 15, 255-268.
- O'Neil, H. F. Jr., Chung, G., & Brown, R. (1997). Use of networked simulations as a context to measure team competencies. In H. F. O'Neil, Jr. (Ed.), *Workforce readiness: Competencies and assessment* (pp. 411-452). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- O'Neil, H. F., Chuang, S., & Chung, G. K. W. K. (2004). Issues in the computer- based assessment of collaborative problem solving. *Assessment in Education*, 10, 361-373.
- OECD. (2014). *PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' Skills in Tackling Real-Life Problems (Volume V)*. PISA: OECD Publishing.
- OECD. (2017). *PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving*. PISA: OECD Publishing.

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) & Expert Group on Problem Solving in Technology-Rich Environments (PIAAC) (2009) Problem solving in technology-rich environments: A conceptual framework. OECD Education Working Paper No. 36. Retrieved from <http://hdl.voced.edu.au/10707/52482>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2003). The PISA 2003 Assessment framework: Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills. Retrieved from <http://www.oecd.org/edu/preschoolandschool/programmeforminternationalstudentassessmentpisa/33694881.pdf>
- Patrick Griffin, Barry McGaw, Esther Care; Springer Science & Business Media, Oct 20, 2011; Assessment and Teaching of 21st Century Skills
- Patton, M. Q. (2002). Qualitative research and evaluation methods (3rd ed.). Sage Publications.
- Pazos, P., Micari, M., & Light, G. (2009). Developing an instrument to characterise peer-led groups in collaborative learning environments: Assessing problemsolving approach and group interaction. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 35(2).
- Pellegrino, J. W., Chudowsky, N., & Glaser, R. (2001). Knowing what students know: The science and design of educational assessment. National Research Council. Washington, DC: National Academy Press
- Piaget, J. (1983). Piaget's theory. In P. Mussen (Ed.). *Handbook of child psychology* (4th ed.) (pp. 703-732). New York: Wiley.
- PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' skills in tackling real-life problems (Volume V), PISA, OECD Publishing 2014, <https://doi.org/10.1787/9789264208070-en>
- PISA 2015 collaborative problem-solving framework, in PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264281820-8-en>.
- PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving, PISA, OECD Publishing 2017, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264285521-en>.
- PISA 2015: Draft Collaborative Problem Solving Framework. Retrieved from http://www.oecd.org/callsfortenders/Annex%20ID_PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf
- Polya, G. (1945). How to solve it: A new aspect of mathematical method. Princeton University Press.
- Popham, W. J. (2001). The truth about testing: An educator's call to action. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Press, W. H.; Flannery, B. P.; Teukolsky, S. A.; and Vetterling, W. T. "Runge-Kutta Method" and "Adaptive Step Size Control for Runge-Kutta." §16.1 and 16.2 in *Numerical Recipes in FORTRAN: The Art of Scientific Computing*, 2nd ed. Cambridge, England: Cambridge University Press, pp. 704-716, 1992.
- Przeworski, A., & Teune, H. (1970). *The Logic of Comparative Social Inquiry*. New York, NY: Wiley-Interscience.

- Ragin, C. (1987). *The Comparative Method: Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*. Berkeley, CA: University of California Press.
- RECOMMENDATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning, (2006/962/EC), <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:en>
- Roger Cousinet , *La vie sociale de l'enfant*, Scarabée, 1950
- Roschelle, J. (1992). Learning by collaborating: Convergent conceptual change. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(3), 235-276.
- Roschelle, J. and S.D. Teasley (1995), "The construction of shared knowledge in collaborative problem-solving", in O'Malley, C.E. (ed.), *Computer-supported collaborative learning*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 69-97.
- Rosen, Y. and R. Rimor (2009), "Using collaborative database to enhance students' knowledge construction", *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, Vol. 5, pp. 187-195.
- Rottier, J. (1996). Teaming with success. *The Education Digest*, 62(2), 19.
- Rummel, N., & Spada, H. (2005). Learning to collaborate: An instructional approach to promoting collaborative problem solving in computer-mediated settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 201-241.
- Runge, C. D. T., 1895. *Über die numerische Auflösung von Differentialgleichungen*. Springer.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.
- Salas, E., Cooke, N. J., & Rosen, M. A. (2008). On teams, teamwork, and team performance: Discoveries and developments. *Human Factors*, 50, 540-548.
- Salleh, N., Mendes, E., & Grundy, J. (2011). Empirical studies of pair programming for CS/SE teaching in higher education: A systematic literature review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 37(4), 509-525.
- Schacter, J., Herl, H. E., Chung, G. K. W. K., Dennis, R. A., & O'Neil, H. F. Jr. (1999). Computer-based performance assessments: A solution to the narrow measurement and reporting of problem solving. *Computers in Human Behavior*, 15, 403-118.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1999). Looking toward the 21st century: Challenges of educational theory and practice. *Educational Researcher*, 28, 4-14.
- Schoenfeld, A. H. (2013). Reflections on problem solving theory and practice. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1), 9-34.
- Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books.
- Schwartz, D.L. (1995), "The emergence of abstract dyad representations in dyad problem solving", *The Journal of the Learning Sciences*, Vol. 4, pp. 321-354.
- Scoular, C. (2017). *From log file analysis to item response theory: an assessment template for measuring collaborative problem solving*. Melbourne Graduate School of Education. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11343/130066>

- Scouller, K. (1998). The influence of assessment method on students' learning approaches: Multiple choice question examination versus assignment essay. *Higher Education*, 35(4), 453–472.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Wadsworth Cengage learning.
- Shiffman, D., 2012. *The Nature of Code: Simulating Natural Systems with Processing*. 1st ed.
- Singapore Ministry of Education (2015). 21st century competencies. Retrieved from <https://www.moe.gov.sg/education/education-system/21st-century-competencies>
- Slavin, R., *Cooperative learning, Theory, research and practice*. London, 1990
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.
- Soller, A. (2001). Supporting social interaction in an intelligent collaborative learning system. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12, 40–62.
- Stahl, G. (2006), *Group cognition: Computer Support for Building Collaborative Knowledge*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Sternberg, R. J. (1996). *Cognitive psychology*. Orlando, Florida: Harcourt Brace College Publishers.
- Sugrue, B. (1995). A theory-based framework for assessing domain-specific problemsolving ability. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 13(3), 29-36.
- Sukanya Sutaphan, Chokchai Yuenyong, *STEM Education Teaching approach: Inquiry from the Context Based*, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1340 (2019)
- Teasley, S. D. (1995). Communication and collaboration: The role of talk in children's peer interactions. *Developmental Psychology*, 31(2), 207-220.
- Teodora Vasileva, Fabien Kunis, "Manipulating Pixels, Graphic Images and Video Using Javascript", *Science, Engineering & Education*, Volume 7, Iss. 1, 2022, ISSN 2534-8507 (print), ISSN 2534-8515 (online)
- Thompson, L. L., Wang, J., & Gunia, B. C. (2010). Negotiation. *Annual Review of Psychology*, 61, 491-515.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. England, UK: John Wiley & Sons.
- Underwood, J., & Underwood, G. (1999). Task effects on cooperative and collaborative learning with computers. In K. Littleton & P. Light (Eds.), *Bibliography 274 Learning with computers: Analysing productive interaction* (pp. 10-23). London, UK: Routledge.
- Van Boxtel, C., Van der Linden, J., & Kanselaar, G. (2000). Collaborative learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge. *Learning and Instruction*, 10(4), 311-330.
- Volterra, V., 1926. *Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi*. Mem. Acad. Lincei Roma.
- Von Davier, A. A., & Halpin, P. F. (2013). Collaborative problem solving and the assessment of cognitive skills: Psychometric considerations. *Research Reports: Educational Testing Service*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1002/j.2333-8504.2013.tb02348.x>

- Voogt, J. and Roblin, N.P., 2010. 21st century skills. Discussienota. Zoetermeer: The Netherlands: Kennisnet, 23(03), p.2000.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Vygotsky, L.S. (1986). *Thought and language*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Webb, N. M., Nemer, K. M., Chizhik, A. W., & Sugrue, B. (1998). Equity issues in collaborative group assessment: Group composition and performance. *American Educational Research Journal*, 35(4), 607-651.
- Wiggins, G. P. (1998). *Educative assessment: Designing assessments to inform and improve student performance*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Wilczenski, F. L., Bontrager, T., Ventrone, P., & Correia, M. (2001). Observing collaborative problem-solving processes and outcomes. *Psychology in the Schools*, 38(3).
- Wilson, M., (2005). *Constructing measures: An item response modelling approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Witrock, M. C. (1989). Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist*, 24 (4), 345-376.
- Woolf, B. P. (2010). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.
- Woolley, A. W., Chabris, C. F., Pentland, A., Hashmi, N., & Malone, T. (2010), Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups, *Science* 330, 686-688.
- World Economic Forum, 2016, *The Future of Jobs*, <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/chapter-1-the-future-of-jobs-and-skills/#hide/fn-1>
- Yimer, A., & Ellerton, N. F. (2006). Cognitive and metacognitive aspects of mathematical problem solving: An emerging model. *Proceedings from the 29th Conference of Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 575-582). Wairoonga, Australia.
- Zagal, J. P., Rick, J., & His, I. (2006). Collaborative games: Lessons learned from board games. *Simulation and Gaming*, 37(1), 24-40.
- Zhang, J. (1998). A distributed representation approach to group problem solving. *Journal of American Society of Information Science*, 49(9), 801-809.
- Zoanetti, N. (2010). Interactive computer based assessment tasks: How problemsolving process data can inform instruction. *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(5), 585-606.
- Бижков Г., Реформаторска педагогика, С., 1994, стр. 172- 175
- Делор, Ж., Образованието -скрито съкровище., 1996
- ЗАКОН ЗА ПРЕДУЧИЛИЩНОТО И УЧИЛИЩНОТО ОБРАЗОВАНИЕ, обн. ДВ. бр.79 от 13.10.2015 г., ..., изм. и доп. 2023 г.) (акт. 07.02.2023 г.).
- Министерство на образованието и науката, За прехода от знания към умения прехода от знания към умения, 2019. Retrieved from: <https://web.mon.bg/upload/21561/II-book.pdf>

- Министерство на образованието и науката, Ключови компетентности в учебните предмети от системата на училищното образование (Таблица), 2019. Retrieved from: <https://web.mon.bg/upload/21798/Tablica-key-competences.pdf>
- Министерство на образованието и науката, Компетентности и образование, 2019. Retrieved from: <https://web.mon.bg/upload/21560/I-book.pdf>
- Министерство на образованието и науката, Компетентностите и референтните рамки, 2019. Retrieved from: <https://web.mon.bg/upload/21562/III-book.pdf>
- Министерство на образованието и науката, Практикум, 2019. Retrieved from: <https://web.mon.bg/upload/21563/IV-book.pdf>
- НАРЕДБА № 13 от 21.09.2016 г. за гражданското, здравното, екологичното и интеркултурното образование, Обн. - ДВ, бр. 80 от 11.10.2016 г., в сила от 11.10.2016 г.; изм. и доп., бр. 80 от 28.09.2018 г., в сила от 28.09.2018 г. Издадена от министъра на образованието и науката
- НАРЕДБА № 5 от 30.11.2015 г. за общообразователната подготовка, Обн. - ДВ, бр. 95 от 08.12.2015 г., в сила от 08.12.2015 г. Издадена от министъра на образованието и науката
- Светла Петрова, Центъра за оценяване в предучилищното и училищното образование, „Оценяване на компетентността да се решават проблеми в PISA 2012“, 2014. Retrieved from: https://www.copuo.bg/sites/default/files/uploads/docs/2014-04/PS_Chapter_BGR.pdf
- Светла Петрова, Центъра за оценяване в предучилищното и училищното образование, „Модулът на PISA 2015 „Решаване на проблеми в сътрудничество“. Концепция на изследването, анализ на резултатите и примерни въпроси“, 2017. Retrieved from: https://www.copuo.bg/sites/default/files/uploads/docs/2017-11/PISA_2015_Collaborative_Problem_Solving__BGR_.pdf
- Тодорина Д., Технология на груповата учебна дейност., С., 1994
- Харалампиев, К., Въведение в основните статистически методи за анализ (второ преработено и допълнено издание), ИК Балон, 2012
- Центъра за оценяване в предучилищното и училищното образование, „Предизвикателства пред училищното образование“, 2013. Retrieved from: https://www.copuo.bg/sites/default/files/uploads/docs/2013-12/PISA_2012.pdf
- Центъра за оценяване в предучилищното и училищното образование, „Резултати от участието на България в Програмата за международно оценяване на учениците PISA 2015“, 2016. Retrieved from: https://www.copuo.bg/sites/default/files/uploads/docs/2016-12/book_2016_web.pdf

Приложение 1 Списък на фигурите и таблиците

Фигури

Фиг. 1.1. Тенденции в необходимите работни умения от 1960 до 2009

Фиг. 1.2. Диаграма на критично и креативно мислене (ACARA 2013)

Фиг. 1.3. Рамка за решаване на проблеми на PISA (2003, 2012)

Фиг. 1.4. Рамка за решаване на проблеми на CRESST (О'Нийл, 1999)

Фиг. 1.5 Сравнение на рамките и концепциите за решаване на проблеми

Фиг. 1.6. Диаграма на Гик за решаване на проблеми

Фиг. 1.7. Рамка за екипно решаване на проблеми ATC21S

Фиг. 1.8. Матрица на уменията, които формират съвместното решаване на проблеми

Фиг. 1.9. Сравнение между рамките за екипно решаване на проблеми на CRESST, PISA и ATC21S.

Фигура 1.10. Разпределение на учениците по равнища на овладяване на компетентността решаване на проблеми, източник ЦОПУО.

Фигура 1.11. Сравнение на разпределението на учениците по равнища на овладяване на компетентността решаване на проблеми между българските ученици и осреднения резултат на учениците от страните членки на ОИСР, източник ЦОПУО.

Фигура 1.12. Разпределение на учениците по равнища на овладяване на компетентността съвместно решаване на проблеми, източник ЦОПУО

Фигура 1.13. Сравнение на разпределението на учениците по равнища на овладяване на компетентността съвместно решаване на проблеми между българските ученици и осреднения резултат на учениците от страните членки на ОИСР, източник ЦОПУО.

Фигура 2.1. Програма за решаване на модела на Лотка-Волтера, написана на Java.

Фигура 2.2. Брой на жертвите (в червено) и на хищниците (в зелено) като функция на времето от модела на Лотка-Волтера.

Фигура 2.3. Фазов портрет на броя на хищниците срещу броя на жертвите от модела на Лотка-Волтера.

Фигура 2.4. Брой на зайците (в лилаво) и на рисовете (в зелено) на територията на Канада, данните са от компанията за кожени палта „Хъдсън-Бей“.

Фигура 2.5 Видове съседство. Отляво тип фон Нойман, а отдясно – Мур.

Фигура 2.6. Кодирание на правилата за празни клетки, хищници и жертви.

Фигура 2.7 Симулиране на модела на Лотка-Волтера с клетъчен автомат в съответните времеви моменти $t = 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220$.

Фигура 2.8. Брой на жертвите (в лилав цвят) и на хищниците (в зелен цвят) като функция на времето от симулацията на модела на Лотка-Волтера с клетъчен автомат.

Фигура 2.9. Скриншот на информационната система в тестов режим.

Фигура 2.10. Скриншот на задачата „Падаща ябълка“.

Фигура 2.11. Скриншот на задачата „Математическо махало“.

Фигура 2.12. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 1.

Фигура 2.13. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 2.

Фигура 2.14. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 3.

Фигура 2.15. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 4.

Фигура 2.16. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 5.

Фигура 2.17. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 6.

Фигура 2.18. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 7.

Фигура 2.19. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 8.

Фигура 2.20. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 9.

Фигура 2.21. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 10.

Фигура 2.22. Скриншот на задача от екипно решаване на проблеми част 11.

Фигура 3.1. Примерни отговори от интерактивната симулация „Падаща ябълка“

Фигура 3.2. Отрязък от таблицата на приложение 2 данни от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група

Фигура 3.3. Дескриптивна статистика от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група

Фигура 3.4. Разпределения на отделните подкомпетентности от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група

Фигура 3.5. Дескриптивна статистика от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група

Фигура 3.6. Разпределения на отделните подкомпетентности от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група

Фигура 3.7. Дескриптивна статистика от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група

Фигура 3.8. Разпределения на отделните подкомпетентности от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група

Фигура 3.9 Дескриптивна статистика от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група

Фигура 3.10. Разпределения на отделните подкомпетентности от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група

Таблицы

Таблица 1.1. Ключовите компетентности в учебния предмет физика и астрономия.

Таблица 1.2. Разпределение на въпросите от модул решаване на проблеми в PISA 2012, източник ЦОПУО

Таблица 1.3. Средните резултати на учениците от модул съвместно решаване на проблеми, източник ЦОПУО.

Таблица 3.1 Средни резултати (Mean) за всяко умение

Таблица 3.2 Стандартно отклонение за всяко умение

Таблица 3.3 Тест на Шапиро-Уилк за нормалност

Таблица 3.4 Т-тест с едностранен критерий на независимите извадки

Таблица 3.5 Тест на Шапиро-Уилк за нормалност за момчета и момичета

Таблица 3.6 Тест на Левин за равенство на дисперсиите

Таблица 3.7 Т-тест на независимите извадки

Приложение 2 Данни от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	Б1	Б2	Б3	В1	В2	В3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
1	1	1	7	34	16	23	14	14	31	39	33	5	24	34	21	24
2	2	1	7	14	33	30	11	16	10	40	9	32	17	30	28	23
3	3	1	7	34	5	3	14	23	28	11	22	8	1	14	18	15
4	4	1	7	18	39	26	7	0	19	9	18	22	11	23	19	18
5	6	1	7	29	19	8	4	8	29	32	11	32	3	1	4	15
6	10	1	7	51	42	44	27	26	41	45	42	40	38	34	33	39
7	11	1	7	51	51	45	24	28	33	50	42	40	41	41	39	40
8	12	1	7	42	48	42	24	30	36	54	41	42	45	36	37	40
9	13	1	7	49	52	38	24	30	41	45	45	40	44	39	33	40
10	14	1	7	43	41	39	27	26	35	45	40	38	37	34	37	37
11	16	1	7	43	48	37	27	33	37	44	37	34	45	42	36	39
12	19	1	7	51	41	45	27	33	40	42	44	34	44	35	33	39
13	21	1	7	44	52	43	23	26	40	53	39	36	38	43	34	39
14	22	1	7	41	45	45	28	28	40	45	35	35	35	34	41	38
15	23	1	7	47	45	45	24	32	38	42	44	34	40	40	36	39
16	24	1	7	44	51	39	24	27	40	49	43	36	44	42	39	40
17	25	1	7	51	49	39	25	28	39	51	45	39	37	43	36	40
18	26	1	7	47	49	39	28	28	36	44	44	42	39	37	34	39
19	27	1	7	57	57	52	35	36	41	58	45	48	54	49	50	48
20	29	1	7	54	52	56	33	41	45	58	47	53	47	48	47	48
21	30	1	7	60	64	54	32	35	41	64	49	53	54	54	52	51
22	32	1	7	63	54	46	31	37	46	55	46	53	46	47	48	48
23	33	1	7	54	53	49	30	38	49	66	46	51	54	47	48	49
24	41	1	7	61	58	45	35	40	49	61	48	45	48	45	50	49
25	42	1	7	54	55	46	31	39	43	56	46	50	51	47	52	47
26	44	1	7	54	53	51	33	40	49	60	48	48	54	51	44	49
27	47	1	7	57	54	56	30	41	47	60	47	47	55	54	52	50
28	48	1	7	60	54	56	34	37	49	59	54	52	55	44	52	50
29	51	1	7	57	55	48	30	35	43	59	53	47	50	44	49	47
30	52	1	7	60	55	47	32	40	47	66	54	47	49	44	46	49
31	53	1	7	61	53	56	31	41	49	62	51	45	48	49	46	49
32	56	1	7	51	53	54	35	35	41	62	48	47	49	44	46	47
33	57	1	7	56	61	53	34	34	44	66	51	52	50	47	47	49
34	59	1	7	61	55	52	31	38	44	54	53	49	49	47	43	48
35	60	1	7	75	74	60	41	45	55	69	60	63	62	59	61	60
36	66	1	7	74	71	56	42	41	57	72	59	59	64	64	54	59
37	67	1	7	68	66	58	38	48	58	66	66	54	60	61	52	58

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
38	68	1	7	64	68	57	39	44	56	66	64	55	63	56	60	58
39	72	1	7	68	67	62	43	44	58	73	62	54	58	60	52	58
40	75	1	7	68	65	63	38	44	56	71	56	60	55	60	52	57
41	77	1	7	74	70	59	38	48	54	66	65	60	64	56	60	59
42	80	1	7	68	64	58	37	48	57	78	60	56	59	58	62	59
43	89	1	7	71	67	56	42	48	50	78	65	57	56	60	62	59
44	92	1	7	100	100	98	64	73	77	87	71	71	100	84	84	84
45	5	0	7	25	0	9	9	23	19	40	10	21	17	24	2	17
46	7	0	7	36	15	31	7	13	15	20	19	13	29	1	14	18
47	8	0	7	13	22	7	7	13	20	10	26	19	32	4	0	14
48	9	0	7	37	38	29	10	19	25	22	11	33	22	3	28	23
49	15	0	7	19	18	10	15	25	7	31	14	3	21	20	18	17
50	17	0	7	29	38	22	5	17	25	39	6	15	6	33	25	22
51	18	0	7	2	40	32	4	8	10	38	9	8	23	9	11	16
52	20	0	7	14	33	4	3	9	27	28	33	16	4	13	7	16
53	28	0	7	35	7	27	23	24	4	7	28	23	1	20	17	18
54	31	0	7	47	46	37	27	33	33	50	38	38	41	43	41	39
55	34	0	7	46	41	39	29	29	41	48	35	43	43	36	39	39
56	35	0	7	51	41	44	27	26	41	48	45	36	40	41	41	40
57	36	0	7	46	45	37	27	26	33	50	43	35	43	36	43	39
58	37	0	7	50	48	35	27	32	35	48	35	41	40	38	41	39
59	38	0	7	46	44	44	27	26	40	44	44	36	45	34	33	39
60	39	0	7	41	42	36	26	32	39	42	44	35	41	34	34	37
61	40	0	7	46	48	43	30	26	38	42	36	34	37	37	40	38
62	43	0	7	50	46	40	30	28	41	42	42	37	45	40	34	40
63	45	0	7	50	47	37	27	32	37	49	43	38	36	36	42	40
64	46	0	7	41	46	38	23	26	36	51	44	37	39	34	41	38
65	49	0	7	51	49	38	27	29	32	43	38	38	37	35	39	38
66	50	0	7	42	46	45	29	32	35	53	39	36	41	36	39	39
67	54	0	7	51	42	35	24	31	40	54	45	39	42	38	33	40
68	55	0	7	41	49	36	27	33	34	53	37	38	44	34	43	39
69	58	0	7	48	47	45	30	26	41	45	35	40	36	41	37	39
70	61	0	7	43	41	42	24	32	40	48	36	38	36	43	42	39
71	62	0	7	41	49	41	29	29	39	43	36	43	36	41	37	39
72	63	0	7	60	61	48	33	33	44	62	48	50	55	44	45	49
73	64	0	7	57	64	55	36	40	48	56	49	44	52	53	51	50
74	65	0	7	57	59	56	36	38	48	56	53	46	45	51	46	49
75	69	0	7	56	52	46	36	39	45	64	47	45	52	49	47	48
76	70	0	7	51	60	51	30	40	49	61	56	45	53	48	50	49
77	71	0	7	63	53	55	32	37	50	54	48	43	47	49	48	48
78	73	0	7	63	57	46	31	37	46	54	47	50	52	53	47	49
79	74	0	7	63	64	53	37	35	43	66	51	50	51	48	52	51
80	76	0	7	53	64	51	32	35	45	55	52	53	48	46	52	49
81	78	0	7	57	60	49	32	34	43	62	45	52	53	49	52	49
82	79	0	7	51	57	46	31	34	47	55	51	51	52	44	50	47

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
83	81	0	7	56	59	49	35	37	41	56	48	44	54	53	43	48
84	82	0	7	57	54	49	33	35	43	58	55	49	51	53	44	48
85	83	0	7	63	57	51	31	37	42	60	45	43	45	51	49	48
86	84	0	7	74	66	65	40	47	52	72	59	59	56	60	52	58
87	85	0	7	68	73	64	43	44	57	77	62	54	63	59	55	60
88	86	0	7	63	70	62	37	41	54	77	61	53	63	64	54	58
89	87	0	7	70	65	63	38	47	56	66	57	55	60	58	53	57
90	88	0	7	64	68	56	38	47	54	69	60	56	59	61	57	57
91	90	0	7	68	71	61	41	47	52	73	57	60	57	55	59	58
92	91	0	7	100	100	89	44	65	90	100	80	92	93	68	70	83
93	801	1	8	29	21	9	4	8	28	31	11	31	3	1	4	15
94	804	1	8	49	47	40	26	29	45	49	41	37	40	35	31	39
95	805	1	8	57	53	43	25	25	33	49	43	42	42	39	39	41
96	808	1	8	42	51	44	26	27	39	59	40	42	47	35	35	41
97	809	1	8	49	49	37	21	32	40	41	49	40	43	40	31	39
98	810	1	8	50	57	50	29	32	50	51	56	49	52	43	49	47
99	813	1	8	55	57	47	35	40	43	61	48	42	53	56	42	48
100	816	1	8	54	57	47	34	35	42	52	50	50	47	55	42	47
101	818	1	8	69	52	52	29	37	44	60	50	46	44	53	53	49
102	819	1	8	70	67	68	36	51	50	77	58	54	56	61	51	58
103	822	1	8	74	75	66	45	45	60	76	62	48	64	53	52	60
104	802	0	8	16	36	27	6	8	20	8	18	21	12	23	18	18
105	803	0	8	32	20	8	4	9	28	35	12	32	3	1	4	16
106	806	0	8	51	45	40	28	24	42	45	40	37	41	32	31	38
107	807	0	8	57	48	42	23	27	37	52	44	43	45	43	40	42
108	811	0	8	41	45	42	23	28	32	53	41	42	48	34	37	39
109	812	0	8	53	48	37	23	32	43	43	41	43	48	38	30	40
110	814	0	8	48	51	54	32	38	44	68	49	43	46	47	42	47
111	815	0	8	62	61	54	33	30	44	69	48	53	53	50	46	50
112	817	0	8	60	58	52	32	34	45	58	54	50	51	46	43	49
113	820	0	8	70	72	58	40	46	50	69	65	64	68	53	65	60
114	821	0	8	80	69	60	38	45	59	71	57	56	67	64	56	60
115	902	1	9	20	40	33	13	24	10	50	10	39	20	29	36	27
116	903	1	9	48	62	56	25	39	55	52	50	50	57	52	46	49
117	904	1	9	49	69	56	29	24	53	46	52	44	46	48	46	47
118	905	1	9	64	56	42	27	35	52	72	52	50	48	42	46	49
119	906	1	9	50	50	45	29	30	51	62	52	44	45	33	43	45
120	907	1	9	60	81	58	38	52	58	67	50	49	69	44	58	57
121	908	1	9	80	65	67	42	50	68	59	59	82	44	57	45	60
122	909	1	9	84	70	73	38	40	50	72	69	67	54	54	61	61
123	910	1	9	85	72	67	36	45	47	86	49	73	43	48	51	59
124	911	1	9	77	71	63	49	45	74	90	71	69	53	76	60	67
125	916	1	9	59	73	85	44	52	68	100	86	74	62	67	51	68
126	901	0	9	13	40	6	3	12	24	35	46	18	4	17	8	19
127	912	0	9	50	9	40	29	23	4	8	33	23	1	23	20	22

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
128	913	0	9	49	49	37	37	39	40	48	42	52	48	53	47	45
129	914	0	9	53	46	60	28	39	49	57	46	40	52	35	37	45
130	915	0	9	73	45	59	35	31	48	48	47	49	48	47	49	48
131	917	0	9	56	49	33	34	34	30	56	47	46	41	42	48	43
132	918	0	9	64	72	59	45	49	37	71	53	47	79	73	42	58
133	919	0	9	65	56	46	44	33	42	70	82	45	54	61	46	54
134	920	0	9	64	67	57	37	50	45	71	54	54	57	66	63	57
135	921	0	9	66	90	76	51	62	56	74	72	80	49	61	75	68
136	922	0	9	78	83	59	47	46	76	100	53	53	84	59	55	66
137	1002	1	10	46	77	67	27	41	47	62	69	39	48	45	41	51
138	1003	1	10	59	75	38	43	47	40	63	48	43	51	47	42	50
139	1007	1	10	72	67	74	45	40	42	79	56	79	59	53	65	61
140	1008	1	10	52	60	59	46	50	58	56	48	77	48	63	58	56
141	1018	1	10	100	96	70	53	63	85	94	95	48	70	73	63	76
142	1001	0	10	16	40	6	3	12	27	45	33	26	5	17	10	20
143	1004	0	10	55	10	45	37	33	6	8	42	32	1	32	26	27
144	1005	0	10	66	53	41	38	55	42	68	40	40	39	49	39	48
145	1006	0	10	47	39	42	32	36	42	54	54	61	59	49	44	47
146	1009	0	10	63	44	67	40	26	48	45	75	50	53	60	57	52
147	1013	0	10	46	57	36	33	43	45	66	53	56	53	61	70	52
148	1014	0	10	66	54	36	27	34	52	49	39	58	60	39	61	48
149	1015	0	10	60	75	77	40	36	68	82	67	78	79	74	49	65
150	1016	0	10	56	81	66	51	58	47	59	69	54	61	61	65	61
151	1017	0	10	63	62	82	33	39	45	83	63	70	85	57	64	62
152	1019	0	10	68	65	79	39	44	68	81	45	46	47	59	61	59
153	1020	0	10	100	85	76	46	49	71	92	56	80	78	94	58	74
154	1021	0	10	83	100	88	48	49	52	100	85	66	100	59	80	76

Легенда:

Пол: момиче-1, момче-0;

A1: Разбиране на представите и способностите на членовете на екипа

A2: Разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите

A3: Разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема

B1: Формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема

B2: Дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени

B3: Определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация

B1: Обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема

B2: Предлагане на план за действие

B3: Спазване на приетите правила за участие в екипа

Г1: Мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема

Г2: Мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема

ГЗ: Мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък

ЕРП: Оценка на компетентността за екипно решаване на проблеми от 0 до 100.

Приложение 3 Данни от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на контролната група

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
1	1	1	7	38	16	23	16	14	35	38	34	5	25	32	24	25
2	2	1	7	13	37	30	11	18	11	45	10	34	20	31	32	24
3	3	1	7	37	5	3	16	22	32	11	24	9	1	16	20	16
4	4	1	7	17	44	28	7	4	21	9	18	22	13	23	19	19
5	6	1	7	33	19	9	4	8	31	32	13	35	3	1	4	16
6	10	1	7	50	41	49	29	27	40	46	44	46	39	38	35	40
7	11	1	7	49	58	45	26	27	37	48	41	41	47	46	37	42
8	12	1	7	43	47	42	28	32	34	60	41	40	46	40	38	41
9	13	1	7	47	51	44	25	30	45	44	44	39	43	40	32	40
10	14	1	7	43	44	38	27	27	37	49	39	36	35	33	38	37
11	16	1	7	43	49	40	26	34	38	42	35	36	48	45	37	39
12	19	1	7	54	39	51	28	37	46	44	50	37	49	37	32	42
13	21	1	7	46	59	45	25	29	43	56	40	35	42	41	33	41
14	22	1	7	45	48	47	29	31	39	44	34	38	39	32	40	39
15	23	1	7	52	49	47	27	31	43	44	45	35	41	42	38	41
16	24	1	7	47	54	40	27	28	41	56	46	36	47	48	38	43
17	25	1	7	50	53	40	25	27	40	56	48	39	40	42	39	41
18	26	1	7	51	48	40	27	28	34	42	46	46	39	38	38	40
19	27	1	7	57	61	59	40	39	40	59	45	47	55	54	47	50
20	29	1	7	54	51	63	34	41	48	59	48	52	46	53	44	49
21	30	1	7	67	61	56	36	39	41	67	47	53	52	58	51	52
22	32	1	7	68	58	44	30	37	51	54	52	59	45	44	47	49
23	33	1	7	52	55	51	33	39	56	70	49	49	54	45	46	50
24	41	1	7	66	58	44	41	44	49	61	54	52	53	50	48	52
25	42	1	7	61	61	45	32	38	48	58	51	49	50	48	55	50
26	44	1	7	56	61	54	36	42	51	65	48	51	61	49	45	52
27	47	1	7	57	61	56	29	42	52	62	49	51	53	52	56	52
28	48	1	7	65	62	55	38	38	50	56	59	50	60	42	56	53
29	51	1	7	58	60	55	30	35	44	66	58	49	54	47	48	50
30	52	1	7	57	59	46	32	45	50	65	61	50	50	49	43	50
31	53	1	7	63	61	57	34	39	55	69	56	43	50	54	47	52
32	56	1	7	53	52	58	34	37	43	59	53	50	55	49	48	49
33	57	1	7	54	64	52	33	35	47	71	55	59	51	53	49	52

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
34	59	1	7	59	64	58	30	41	41	61	54	54	54	48	46	51
35	60	1	7	77	73	63	41	45	52	66	57	62	71	60	67	61
36	66	1	7	71	71	57	48	39	65	75	56	62	62	68	54	61
37	67	1	7	70	65	61	41	50	65	70	65	55	67	61	58	61
38	68	1	7	70	77	62	45	47	60	68	72	53	61	53	60	61
39	72	1	7	68	67	59	45	47	66	75	61	55	55	60	51	59
40	75	1	7	75	72	68	44	50	60	82	64	69	60	59	54	63
41	77	1	7	74	77	61	39	55	59	67	75	63	71	55	67	64
42	80	1	7	76	60	55	43	52	66	84	65	63	56	55	68	62
43	89	1	7	79	77	61	48	51	50	83	68	63	64	61	64	64
44	92	1	7	100	100	96	72	77	88	88	75	80	100	87	90	88
45	5	0	7	24	3	9	10	26	19	43	10	23	17	27	2	18
46	7	0	7	40	16	32	8	15	14	20	20	12	31	1	13	18
47	8	0	7	13	25	8	7	12	22	11	25	20	32	4	4	15
48	9	0	7	41	36	31	10	21	25	22	13	37	24	3	32	25
49	15	0	7	21	19	10	15	27	9	29	16	3	22	22	20	18
50	17	0	7	31	37	23	5	18	24	44	7	15	7	32	27	23
51	18	0	7	2	42	33	4	9	10	38	10	8	25	9	11	17
52	20	0	7	16	37	5	3	10	30	27	34	17	4	14	7	17
53	28	0	7	37	8	28	26	26	4	8	30	27	1	23	17	20
54	31	0	7	46	48	42	30	36	36	52	38	42	39	48	44	42
55	34	0	7	46	43	43	28	30	40	50	37	44	42	39	45	41
56	35	0	7	53	43	45	27	25	46	53	47	39	43	41	44	42
57	36	0	7	46	47	39	29	28	38	49	45	36	45	35	44	40
58	37	0	7	52	51	35	26	36	40	49	35	39	41	41	39	40
59	38	0	7	43	49	51	26	25	42	49	46	39	50	37	33	41
60	39	0	7	44	49	39	29	31	43	45	43	36	40	32	33	39
61	40	0	7	46	50	45	30	28	37	41	34	38	37	40	44	39
62	43	0	7	51	53	41	29	32	41	46	44	38	44	45	39	42
63	45	0	7	58	51	39	31	35	40	54	44	44	37	36	40	42
64	46	0	7	46	49	38	23	25	36	51	46	38	42	36	46	40
65	49	0	7	50	54	41	30	28	33	41	39	42	37	36	42	40
66	50	0	7	46	49	46	29	34	37	52	42	35	42	38	42	41
67	54	0	7	55	44	34	24	30	43	54	49	45	48	41	36	42
68	55	0	7	47	53	34	28	33	38	51	38	37	42	33	44	40
69	58	0	7	49	48	48	33	26	47	43	40	42	34	46	40	41
70	61	0	7	48	42	44	25	33	40	54	37	43	40	41	47	41
71	62	0	7	44	54	44	31	34	45	46	41	45	37	45	41	42
72	63	0	7	64	58	53	33	37	50	64	53	50	53	45	48	51
73	64	0	7	64	65	54	40	40	52	57	57	44	51	54	51	52
74	65	0	7	56	64	60	35	44	55	55	54	47	49	49	51	51
75	69	0	7	63	59	51	37	38	45	64	52	46	57	52	52	51
76	70	0	7	54	59	49	28	40	51	62	57	48	61	54	53	51
77	71	0	7	62	57	54	32	36	50	59	50	46	49	50	49	49
78	73	0	7	73	63	51	33	40	46	52	51	57	57	60	51	53

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
79	74	0	7	62	71	56	40	37	44	74	49	48	58	47	56	53
80	76	0	7	56	70	58	31	36	51	56	57	54	50	48	56	52
81	78	0	7	61	67	52	32	34	42	65	49	52	56	50	50	51
82	79	0	7	53	54	51	31	36	45	53	58	50	54	47	55	49
83	81	0	7	60	61	51	35	35	45	59	52	46	59	52	46	50
84	82	0	7	54	51	52	36	34	46	59	62	48	56	50	47	50
85	83	0	7	67	61	54	33	37	44	61	44	48	46	52	47	49
86	84	0	7	74	71	69	44	48	59	77	59	57	64	58	60	62
87	85	0	7	67	75	63	44	45	59	79	65	51	64	57	63	61
88	86	0	7	66	71	59	40	41	55	88	66	54	70	66	57	61
89	87	0	7	74	64	67	42	46	58	65	57	60	67	58	53	59
90	88	0	7	67	66	60	43	49	57	68	64	56	63	67	62	60
91	90	0	7	64	76	58	41	49	54	79	59	64	61	53	58	60
92	91	0	7	100	100	87	50	66	90	100	92	93	91	66	72	84
93	801	1	8	31	20	10	4	8	27	31	13	33	3	1	4	15
94	804	1	8	54	49	42	30	30	49	49	44	37	43	36	32	41
95	805	1	8	59	53	50	25	27	38	54	47	43	45	37	39	43
96	808	1	8	49	53	50	25	29	38	59	42	42	49	39	38	43
97	809	1	8	52	54	42	20	37	42	46	54	47	47	43	34	43
98	810	1	8	49	63	50	32	33	55	54	63	53	54	45	50	50
99	813	1	8	57	55	49	40	42	41	59	56	46	61	61	45	51
100	816	1	8	52	65	46	35	34	47	49	55	48	46	54	47	48
101	818	1	8	71	57	59	28	41	42	64	47	48	43	52	58	51
102	819	1	8	70	71	66	39	51	52	79	58	56	57	58	59	60
103	822	1	8	74	84	76	47	49	60	73	65	55	62	57	56	63
104	802	0	8	17	37	29	7	9	20	7	19	24	11	26	19	19
105	803	0	8	31	20	9	4	9	28	37	14	35	3	1	4	16
106	806	0	8	58	44	46	29	25	48	49	40	41	42	36	32	41
107	807	0	8	60	50	41	24	29	37	53	44	44	52	41	38	43
108	811	0	8	46	50	48	23	31	37	55	46	47	49	37	38	42
109	812	0	8	59	52	38	25	33	48	44	40	45	48	43	32	42
110	814	0	8	54	56	62	35	38	49	70	51	47	52	48	43	51
111	815	0	8	63	66	57	37	35	50	77	55	57	54	57	44	54
112	817	0	8	66	59	59	36	33	50	66	62	49	52	44	41	52
113	820	0	8	75	68	63	41	45	55	74	65	62	69	57	64	62
114	821	0	8	85	69	64	41	45	58	74	59	62	71	68	62	63
115	902	1	9	20	44	37	12	23	10	53	11	37	23	28	35	28
116	903	1	9	49	68	61	26	41	63	50	48	51	60	53	47	51
117	904	1	9	46	73	54	29	23	56	53	55	47	49	51	44	48
118	905	1	9	62	57	47	27	38	51	75	60	54	46	43	45	50
119	906	1	9	49	50	47	28	31	56	63	54	50	45	32	49	46
120	907	1	9	60	77	60	38	56	66	63	56	48	67	49	58	58
121	908	1	9	89	68	66	41	48	77	59	62	83	47	59	49	62
122	909	1	9	83	72	83	40	40	57	81	76	68	60	53	59	64
123	910	1	9	83	82	75	40	47	54	93	56	70	46	55	51	63

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
124	911	1	9	86	78	62	56	51	80	86	82	72	53	74	60	70
125	916	1	9	57	72	94	45	58	75	100	85	85	71	74	57	73
126	901	0	9	14	44	6	3	13	25	40	47	20	4	17	7	20
127	912	0	9	53	10	44	30	26	5	8	31	25	1	22	21	23
128	913	0	9	52	47	40	37	42	40	47	41	51	46	59	54	46
129	914	0	9	51	52	70	29	45	54	63	51	41	54	39	36	49
130	915	0	9	76	52	68	35	32	51	46	46	51	51	53	47	51
131	917	0	9	56	56	35	32	36	31	55	51	51	45	48	55	46
132	918	0	9	64	72	66	48	50	40	71	60	50	78	81	43	60
133	919	0	9	69	58	50	48	35	48	76	79	46	57	61	45	56
134	920	0	9	62	69	56	39	54	47	75	56	58	64	69	72	60
135	921	0	9	71	97	73	53	70	65	71	70	82	53	67	73	70
136	922	0	9	86	92	68	49	53	81	100	53	53	87	60	61	70
137	1002	1	10	46	74	66	30	47	51	59	80	43	55	44	43	53
138	1003	1	10	61	83	43	43	53	45	68	53	48	51	53	43	54
139	1007	1	10	83	77	82	48	39	41	81	61	87	58	54	70	65
140	1008	1	10	51	62	67	51	48	64	62	55	87	49	66	62	60
141	1018	1	10	100	91	81	57	60	89	100	95	48	76	80	63	78
142	1001	0	10	18	38	6	3	12	26	48	38	26	5	18	11	21
143	1004	0	10	59	10	50	41	37	7	9	47	36	1	32	29	30
144	1005	0	10	75	56	42	41	60	46	79	42	38	44	48	44	51
145	1006	0	10	48	37	47	32	41	41	52	62	66	61	51	42	48
146	1009	0	10	60	44	76	41	28	50	45	83	49	55	57	62	54
147	1013	0	10	46	64	39	35	43	48	68	52	59	54	64	69	53
148	1014	0	10	76	61	41	28	38	54	47	38	58	57	41	68	51
149	1015	0	10	65	78	84	45	40	69	82	65	82	81	74	50	68
150	1016	0	10	59	79	72	54	66	53	65	69	51	68	69	62	64
151	1017	0	10	73	66	87	34	38	50	91	66	81	95	58	73	68
152	1019	0	10	65	62	90	44	50	72	81	51	45	53	57	66	61
153	1020	0	10	100	91	84	53	50	73	90	54	87	74	100	64	77
154	1021	0	10	92	100	92	47	52	57	100	83	76	100	64	91	79

Легенда:

Пол: момиче-1, момче-0;

A1: Разбиране на представите и способностите на членовете на екипа

A2: Разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите

A3: Разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема

B1: Формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема

B2: Дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени

B3: Определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация

B1: Обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема

B2: Предлагане на план за действие

B3: Спазване на приетите правила за участие в екипа

Г1: Мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема

Г2: Мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема

Г3: Мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък

ЕРП: Оценка на компетентността за екипно решаване на проблеми от 0 до 100.

Приложение 4 Данни от началния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
1	101	1	7	36	17	23	15	13	33	39	36	5	25	37	22	25
2	108	1	7	15	30	29	10	17	10	41	10	35	19	31	29	23
3	109	1	7	35	4	3	14	22	27	11	23	9	1	14	17	15
4	110	1	7	19	37	26	7	8	19	9	18	22	11	25	19	18
5	112	1	7	28	19	8	4	9	32	35	12	34	3	1	4	16
6	114	1	7	53	41	46	27	28	43	47	38	42	41	32	35	39
7	115	1	7	51	55	48	24	28	33	52	40	41	40	43	38	41
8	118	1	7	40	51	41	24	29	34	57	41	46	47	37	38	40
9	119	1	7	52	49	37	25	31	41	43	46	42	43	35	35	40
10	121	1	7	43	38	37	29	26	32	49	36	37	34	37	34	36
11	123	1	7	40	44	41	27	32	36	45	36	33	48	40	38	38
12	124	1	7	49	40	44	26	36	41	42	45	31	41	37	30	39
13	126	1	7	47	55	40	23	26	41	52	42	37	38	47	32	40
14	130	1	7	41	42	49	25	26	43	42	35	35	35	33	43	37
15	131	1	7	47	46	42	22	29	34	42	47	36	41	40	36	39
16	132	1	7	40	49	41	22	25	39	50	42	39	48	42	41	40
17	136	1	7	53	49	35	25	26	37	55	47	42	37	43	36	40
18	140	1	7	57	62	49	35	33	40	52	49	51	49	53	49	48
19	142	1	7	56	53	58	33	37	43	61	52	49	45	49	44	48
20	143	1	7	56	59	56	29	32	43	62	48	57	58	49	54	50
21	144	1	7	68	56	49	30	37	47	60	46	57	50	42	43	49
22	145	1	7	55	56	54	28	41	53	68	48	56	56	43	45	50
23	146	1	7	56	62	44	33	43	44	56	51	48	44	49	53	48
24	147	1	7	52	51	43	28	42	46	61	47	54	54	42	49	47
25	148	1	7	48	49	46	33	43	45	65	47	43	59	49	40	47
26	150	1	7	61	60	54	28	42	45	54	46	43	54	49	50	49
27	151	1	7	58	57	56	32	38	53	59	53	53	52	42	58	51
28	152	1	7	60	55	50	32	32	40	57	50	44	48	42	49	47
29	153	1	7	62	53	44	31	39	49	69	49	51	51	39	46	49

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
30	154	1	7	58	56	56	30	38	50	62	52	44	48	52	42	49
31	156	1	7	47	51	51	37	36	41	62	52	46	49	46	48	47
32	157	1	7	79	64	53	42	46	63	66	59	56	64	57	51	58
33	158	1	7	66	65	57	40	44	62	68	68	56	59	62	53	58
34	159	1	7	58	66	52	36	43	61	67	70	54	64	53	66	58
35	160	1	7	62	73	62	46	46	57	80	60	58	58	55	58	59
36	167	1	7	64	66	65	42	45	50	75	61	61	59	54	55	58
37	174	1	7	77	66	56	35	52	49	73	58	63	63	61	57	59
38	175	1	7	64	64	53	39	43	61	81	62	61	65	60	62	60
39	178	1	7	73	69	55	44	50	46	79	62	56	53	54	60	58
40	180	1	7	100	100	96	61	69	79	86	73	78	99	80	75	83
41	102	0	7	34	15	34	7	12	16	21	18	12	27	1	13	17
42	103	0	7	12	20	8	7	12	19	11	28	20	29	4	9	15
43	104	0	7	38	35	28	9	19	23	21	12	35	23	3	29	23
44	105	0	7	19	16	11	15	23	8	31	13	3	20	20	18	16
45	106	0	7	28	40	23	5	17	26	40	6	14	7	29	28	22
46	107	0	7	2	42	35	4	9	10	38	9	8	23	10	11	17
47	111	0	7	14	35	4	3	10	26	29	32	16	4	12	7	16
48	113	0	7	38	7	27	21	23	4	8	25	24	1	19	16	18
49	116	0	7	48	46	36	28	35	35	50	35	38	45	43	44	40
50	117	0	7	47	40	38	27	31	39	52	37	44	45	34	37	39
51	120	0	7	55	42	47	27	24	40	49	45	34	39	39	40	40
52	122	0	7	49	49	33	26	24	31	49	45	33	46	34	38	38
53	125	0	7	50	51	38	28	30	37	52	36	37	41	41	37	40
54	127	0	7	46	42	47	27	27	36	47	46	40	44	37	33	39
55	128	0	7	40	46	35	25	33	38	42	45	33	43	37	34	38
56	129	0	7	50	49	45	31	28	36	40	38	33	33	40	40	39
57	133	0	7	46	42	42	31	31	37	42	41	34	48	42	37	39
58	134	0	7	51	46	38	29	32	40	46	39	40	32	33	44	39
59	135	0	7	42	47	41	25	26	38	46	43	34	37	32	39	38
60	137	0	7	52	52	38	27	31	30	42	36	35	40	34	36	38
61	138	0	7	45	45	48	27	33	32	51	36	34	41	39	39	39
62	139	0	7	50	43	33	22	29	41	56	42	38	42	39	34	39
63	141	0	7	40	53	37	28	35	35	47	40	42	45	33	38	40
64	149	0	7	55	66	52	37	32	40	65	49	48	55	46	47	49
65	155	0	7	58	63	49	40	41	44	55	47	48	50	53	46	49
66	161	0	7	57	55	60	34	39	46	62	58	49	43	53	47	50
67	162	0	7	61	48	43	38	35	45	66	48	43	53	52	42	48
68	163	0	7	49	55	46	33	39	46	59	56	49	49	52	47	48
69	164	0	7	69	52	55	29	35	52	55	44	41	48	45	43	47
70	165	0	7	65	51	51	28	35	44	53	46	53	53	54	47	48
71	166	0	7	59	67	47	35	31	43	60	50	45	50	50	55	49
72	168	0	7	57	60	48	29	32	47	55	47	51	51	44	55	48
73	169	0	7	54	57	47	31	33	45	56	44	51	50	52	52	48
74	170	0	7	52	55	48	33	31	47	52	50	53	53	43	47	47

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
75	171	0	7	59	61	54	37	39	37	60	47	41	56	50	45	49
76	172	0	7	79	71	69	40	42	49	72	61	63	55	58	48	59
77	173	0	7	66	77	68	44	42	59	83	58	54	61	55	56	60
78	176	0	7	69	65	56	39	41	55	83	64	54	68	64	60	60
79	177	0	7	72	58	64	41	46	58	63	62	56	60	54	55	57
80	179	0	7	67	74	60	40	46	49	71	64	55	54	55	56	58
81	181	0	7	92	100	93	40	69	87	100	79	99	88	75	66	82
82	831	1	8	44	43	38	27	24	33	46	42	36	33	37	35	37
83	832	1	8	42	45	36	27	33	38	42	38	37	42	43	32	38
84	835	1	8	67	58	48	29	34	44	53	43	52	45	46	45	47
85	836	1	8	53	54	52	29	39	45	65	44	54	56	49	51	49
86	844	1	8	75	63	60	35	51	49	72	66	59	60	53	65	59
87	833	0	8	13	34	29	12	15	11	40	9	32	18	30	26	22
88	834	0	8	35	5	3	12	23	28	10	20	8	1	13	20	15
89	837	0	8	47	50	47	23	26	30	54	39	38	37	38	43	39
90	838	0	8	39	53	44	24	28	38	55	39	40	46	36	38	40
91	839	0	8	48	47	37	23	31	37	45	45	39	41	41	30	39
92	840	0	8	44	43	42	25	28	37	44	39	42	37	33	33	37
93	841	0	8	41	52	39	26	34	36	43	33	32	47	40	34	38
94	842	0	8	56	58	50	29	41	47	69	43	47	58	50	50	50
95	843	0	8	55	62	42	36	38	44	57	53	49	44	46	51	48
96	845	0	8	53	60	49	29	43	45	52	46	49	53	42	46	47
97	846	0	8	55	52	53	31	41	52	65	51	46	55	55	44	50
98	847	0	8	65	73	55	36	42	53	66	56	58	62	55	56	56
99	848	0	8	62	66	58	41	50	56	71	58	63	54	57	53	58
100	931	1	9	31	25	11	4	9	31	40	14	33	4	1	4	17
101	932	1	9	55	59	44	24	33	48	51	63	44	53	58	38	48
102	933	1	9	47	53	55	30	26	36	52	48	36	48	45	49	44
103	935	1	9	57	53	49	40	53	45	68	42	34	44	42	51	48
104	936	1	9	56	40	64	33	38	46	47	50	45	54	42	31	45
105	938	1	9	61	57	60	37	45	51	92	71	43	68	53	57	58
106	939	1	9	58	65	64	46	38	45	81	50	45	60	55	40	54
107	940	1	9	71	68	62	33	39	48	61	54	51	64	54	43	54
108	942	1	9	80	63	71	35	43	55	72	67	59	49	56	54	59
109	944	1	9	98	88	62	50	50	64	94	88	84	94	69	80	77
110	945	1	9	84	73	69	44	56	53	77	76	82	82	72	55	69
111	949	1	9	74	77	53	38	60	68	76	92	57	56	66	80	66
112	934	0	9	37	8	32	22	35	5	9	38	31	1	24	21	22
113	937	0	9	44	54	40	24	46	40	68	44	48	45	63	55	48
114	941	0	9	47	47	43	40	32	42	60	43	59	48	38	57	46
115	943	0	9	68	55	53	26	26	63	44	65	32	59	53	36	48
116	946	0	9	70	71	68	37	53	61	58	74	49	65	51	56	59
117	947	0	9	75	80	57	33	44	45	59	49	57	40	62	53	55
118	948	0	9	100	64	68	42	51	51	100	69	63	61	63	65	67
119	1033	1	10	41	22	9	6	12	51	42	15	41	5	1	4	21

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
120	1034	1	10	61	45	68	33	26	38	55	40	43	40	40	39	44
121	1036	1	10	58	56	56	35	29	46	81	58	46	53	65	55	53
122	1037	1	10	90	92	64	43	36	75	72	50	63	56	67	65	64
123	1040	1	10	91	54	61	35	36	46	63	84	71	52	52	62	59
124	1044	1	10	81	100	75	51	75	68	98	77	100	100	100	80	84
125	1031	0	10	14	45	4	4	14	32	42	32	17	6	13	9	19
126	1032	0	10	47	13	43	33	21	4	9	34	36	2	22	20	24
127	1035	0	10	56	55	63	47	45	39	74	54	48	43	61	47	53
128	1038	0	10	69	46	50	45	33	67	67	49	53	62	47	61	54
129	1039	0	10	60	51	42	30	34	62	47	68	38	68	59	61	52
130	1041	0	10	89	51	76	46	46	60	75	71	69	69	61	67	65
131	1042	0	10	91	76	67	49	63	60	58	54	63	44	73	49	62
132	1043	0	10	95	61	79	58	59	58	96	89	92	80	99	59	77

Пол: момиче-1, момче-0;

A1: Разбиране на представите и способностите на членовете на екипа

A2: Разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите

A3: Разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема

B1: Формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема

B2: Дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени

B3: Определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация

B1: Обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема

B2: Предлагане на план за действие

B3: Спазване на приетите правила за участие в екипа

Г1: Мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема

Г2: Мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема

Г3: Мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък

ЕРП: Оценка на компетентността за екипно решаване на проблеми от 0 до 100.

Приложение 5 Данни от крайния тест за изследване на компетентността за екипно решаване на проблеми на експерименталната група

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
1	101	1	7	36	17	41	18	11	49	66	27	6	40	38	43	33
2	108	1	7	24	34	59	13	29	20	80	16	60	24	39	37	36

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
3	109	1	7	68	9	6	29	31	42	19	37	15	1	19	18	25
4	110	1	7	33	70	27	7	12	41	15	34	21	15	45	31	29
5	112	1	7	52	29	11	6	16	31	43	21	56	4	2	7	23
6	114	1	7	44	50	74	55	47	60	56	60	68	41	44	67	55
7	115	1	7	92	77	83	23	48	58	84	55	72	40	57	73	64
8	118	1	7	42	52	67	43	51	49	93	36	60	57	31	44	52
9	119	1	7	75	44	46	54	36	44	81	49	75	73	50	60	57
10	121	1	7	64	74	32	57	41	58	43	35	74	38	68	55	53
11	123	1	7	83	63	74	58	33	74	66	30	57	64	48	33	57
12	124	1	7	86	70	52	24	49	81	41	57	48	71	60	37	56
13	126	1	7	39	48	72	27	35	35	100	72	42	66	43	68	54
14	130	1	7	80	86	54	49	27	66	39	29	56	31	33	80	53
15	131	1	7	55	57	41	52	65	44	58	67	65	47	47	31	52
16	132	1	7	49	67	71	53	56	70	68	90	42	77	50	55	62
17	136	1	7	61	86	32	39	43	79	71	65	32	38	47	55	54
18	140	1	7	100	83	100	62	58	62	100	76	94	66	55	51	75
19	142	1	7	100	78	100	72	45	81	78	55	44	63	71	57	70
20	143	1	7	100	97	59	31	66	56	67	70	100	48	66	45	67
21	144	1	7	55	76	63	32	48	93	100	78	91	65	68	64	69
22	145	1	7	48	88	47	25	81	59	100	90	62	79	62	72	68
23	146	1	7	65	52	94	42	39	49	69	40	75	40	68	49	57
24	147	1	7	70	100	41	56	69	80	49	51	100	98	93	66	73
25	148	1	7	84	76	100	32	57	64	80	42	58	50	61	40	62
26	150	1	7	46	67	98	65	74	70	87	82	94	95	99	67	79
27	151	1	7	100	51	48	29	42	74	61	43	80	49	54	72	59
28	152	1	7	94	84	44	55	42	36	90	100	70	92	58	48	68
29	153	1	7	96	57	42	58	50	42	72	60	88	58	68	84	65
30	154	1	7	61	87	80	40	39	97	52	100	84	65	80	63	71
31	156	1	7	77	100	72	29	35	36	68	58	51	53	79	57	60
32	157	1	7	82	100	80	56	82	97	100	61	66	62	68	89	79
33	158	1	7	80	100	61	77	46	73	77	100	98	100	88	57	80
34	159	1	7	89	78	91	37	61	100	100	95	100	85	79	82	83
35	160	1	7	58	59	95	65	87	100	100	86	74	100	100	67	83
36	167	1	7	60	100	100	58	93	68	78	77	64	90	98	68	80
37	174	1	7	100	73	100	47	86	76	100	48	100	90	63	48	78
38	175	1	7	100	100	100	78	100	96	67	81	64	100	100	61	87
39	178	1	7	100	100	63	32	43	81	100	100	81	100	61	100	80
40	180	1	7	100	100	100	71	90	100	100	65	100	100	89	94	92
41	102	0	7	53	20	48	11	16	17	19	24	20	28	1	17	23
42	103	0	7	11	28	6	16	11	31	20	36	26	28	4	10	19
43	104	0	7	59	49	42	19	31	35	45	10	34	39	4	34	33
44	105	0	7	21	33	18	12	54	14	36	20	4	42	30	27	26
45	106	0	7	26	49	25	5	35	49	41	5	12	6	58	33	29
46	107	0	7	5	48	68	5	15	21	38	11	13	32	18	12	24
47	111	0	7	12	41	7	3	9	32	57	27	17	7	21	14	21

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
48	113	0	7	64	11	40	35	46	4	7	49	38	2	31	14	29
49	116	0	7	60	59	45	42	71	66	99	43	36	58	87	83	63
50	117	0	7	77	33	78	65	39	69	87	68	37	51	31	64	58
51	120	0	7	50	45	43	23	47	55	72	79	60	71	65	54	55
52	122	0	7	39	47	49	38	46	33	93	85	59	76	73	52	58
53	125	0	7	76	80	64	32	63	34	63	52	71	76	32	62	59
54	127	0	7	88	48	55	57	45	84	42	62	59	78	52	65	61
55	128	0	7	60	67	47	40	52	75	73	51	50	49	58	60	57
56	129	0	7	69	44	67	43	53	72	82	40	56	32	74	35	56
57	133	0	7	94	92	37	28	47	63	82	77	60	47	63	35	61
58	134	0	7	66	51	73	51	37	66	83	85	48	40	33	80	59
59	135	0	7	38	41	43	43	38	46	44	69	53	75	47	75	51
60	137	0	7	99	55	61	38	57	37	67	38	61	57	38	56	55
61	138	0	7	43	50	59	27	68	29	100	82	59	36	68	32	54
62	139	0	7	73	84	47	39	63	69	96	48	64	74	77	53	66
63	141	0	7	60	52	74	30	34	70	79	53	74	64	62	77	61
64	149	0	7	100	51	82	68	32	84	86	59	76	79	89	40	71
65	155	0	7	75	67	56	37	45	58	95	94	79	51	56	76	66
66	161	0	7	98	74	98	33	58	95	69	100	92	57	81	83	78
67	162	0	7	57	92	96	56	41	49	53	53	35	90	64	49	61
68	163	0	7	51	100	96	28	71	58	48	61	59	84	62	43	63
69	164	0	7	78	68	49	80	52	56	100	99	62	63	50	83	70
70	165	0	7	100	99	49	44	62	56	96	58	67	85	40	80	70
71	166	0	7	90	78	62	63	74	83	100	69	89	58	54	10	69
72	168	0	7	66	94	40	35	73	81	73	100	79	58	74	65	70
73	169	0	7	100	100	100	60	62	86	92	84	71	100	86	77	85
74	170	0	7	61	63	88	46	37	48	80	88	74	58	63	67	64
75	171	0	7	100	59	46	54	61	48	70	62	88	83	47	40	63
76	172	0	7	100	53	100	93	83	53	100	81	100	100	80	56	83
77	173	0	7	54	100	93	94	97	76	100	79	66	87	100	90	86
78	176	0	7	59	100	80	59	53	99	95	95	75	90	100	99	84
79	177	0	7	100	100	99	42	78	86	91	100	64	100	86	75	85
80	179	0	7	58	100	86	63	86	100	63	91	87	80	51	54	77
81	181	0	7	100	100	96	93	100	84	100	100	100	100	85	99	96
82	831	1	8	87	74	69	24	38	59	38	44	41	62	46	57	53
83	832	1	8	44	80	41	31	32	42	47	66	45	50	57	44	48
84	835	1	8	100	100	44	41	34	82	62	72	49	51	91	38	64
85	836	1	8	64	68	55	55	62	80	100	44	52	59	44	86	64
86	844	1	8	74	76	79	41	83	56	88	100	65	98	57	98	76
87	833	0	8	19	43	48	14	27	11	39	11	61	21	52	41	32
88	834	0	8	47	7	5	24	35	31	9	19	8	1	23	23	19
89	837	0	8	62	90	86	44	46	39	44	37	68	68	46	73	59
90	838	0	8	57	57	66	22	28	59	85	63	67	55	45	54	55
91	839	0	8	70	91	64	21	26	42	64	57	62	68	50	26	53
92	840	0	8	38	48	73	35	31	66	73	73	39	70	29	55	53

Номер	ID	Пол	Клас	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	Г1	Г2	Г3	ЕРП
93	841	0	8	38	74	42	22	46	70	62	41	34	38	81	67	51
94	842	0	8	100	68	92	53	76	65	100	37	79	84	56	71	73
95	843	0	8	70	84	83	31	63	57	65	58	95	82	88	64	70
96	845	0	8	85	92	61	33	60	46	60	56	63	80	54	44	61
97	846	0	8	72	50	78	51	33	93	100	95	55	89	65	56	70
98	847	0	8	100	78	53	34	56	43	76	74	100	60	89	63	69
99	848	0	8	75	100	100	60	94	66	100	56	59	87	69	100	80
100	931	1	9	45	26	19	5	12	43	41	16	30	7	2	7	21
101	932	1	9	54	100	75	22	30	47	73	82	62	78	66	54	62
102	933	1	9	49	93	54	50	32	35	65	58	44	52	46	81	55
103	935	1	9	78	51	42	53	55	63	85	55	60	58	57	50	59
104	936	1	9	50	63	77	47	55	64	42	44	73	77	43	32	56
105	938	1	9	96	48	100	45	60	47	100	88	50	61	65	60	68
106	939	1	9	71	61	92	82	36	51	100	51	78	92	50	68	69
107	940	1	9	96	100	100	57	44	50	78	69	60	64	68	58	70
108	942	1	9	84	90	100	41	43	50	72	93	94	63	74	79	74
109	944	1	9	100	100	65	84	62	72	100	100	100	100	66	100	87
110	945	1	9	100	100	65	53	74	69	94	98	100	93	66	63	81
111	949	1	9	64	82	74	41	75	67	97	97	98	82	100	100	82
112	934	0	9	49	12	50	37	50	4	13	53	53	1	36	31	32
113	937	0	9	51	93	39	27	70	39	97	50	59	73	100	73	64
114	941	0	9	65	56	76	35	45	51	61	39	96	71	63	62	60
115	943	0	9	78	74	60	53	31	85	67	83	54	54	64	58	63
116	946	0	9	96	80	100	34	65	63	66	69	77	83	62	85	73
117	947	0	9	91	69	91	37	66	41	57	60	56	55	56	46	60
118	948	0	9	100	72	100	77	66	46	100	71	73	86	80	100	81
119	1033	1	10	61	32	8	8	16	44	41	21	35	7	2	4	23
120	1034	1	10	90	45	98	40	38	49	84	56	41	65	57	53	60
121	1036	1	10	90	93	95	47	40	52	92	76	62	83	70	60	72
122	1037	1	10	100	100	99	42	56	85	89	44	60	72	93	94	78
123	1040	1	10	100	73	82	51	40	49	63	95	63	74	54	58	67
124	1044	1	10	90	100	100	76	100	70	94	100	100	100	100	100	94
125	1031	0	10	13	78	4	5	17	29	62	30	16	6	20	13	24
126	1032	0	10	64	16	48	59	31	4	8	43	35	2	30	30	31
127	1035	0	10	54	96	66	68	62	45	100	72	60	70	76	59	69
128	1038	0	10	64	59	52	59	41	96	70	54	79	100	76	66	68
129	1039	0	10	94	82	61	47	31	60	54	89	51	81	91	87	69
130	1041	0	10	98	51	100	57	50	85	89	91	67	91	85	100	80
131	1042	0	10	99	69	100	65	74	63	78	61	100	65	100	64	78
132	1043	0	10	96	90	100	100	88	55	96	95	100	80	100	80	90

Легенда:

Пол: момиче-1, момче-0;

A1: Разбиране на представите и способностите на членовете на екипа

A2: Разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите

A3: Разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема

Б1: Формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема

Б2: Дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени

Б3: Определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация

В1: Обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема

В2: Предлагане на план за действие

В3: Спазване на приетите правила за участие в екипа

Г1: Мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема

Г2: Мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема

Г3: Мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък

ЕРП: Оценка на компетентността за екипно решаване на проблеми от 0 до 100.