АНАЛИТИЧЕН ПОДХОД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА НОВИТЕ ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД СИГУРНОСТТА В ДИГИТАЛНОТО ОБЩЕСТВО

доц. д-р Златогор МИНЧЕВ
Институт по информационни и комуникационни технологии,
Българска академия на науките

инж. Георги ДУКОВ,
Институт по информационни и комуникационни технологии,
Българска академия на науките

Assoc. Prof. Zlatogor MINCHEV, PhD
Institute of Information and Communication Technologies,
Bulgarian Academy of Sciences

Eng. Georgi DUKOV
Institute of Information and Communication Technologies,
Bulgarian Academy of Sciences

Резюме: Динамиката на новото дигитално общество създава редица нови предизвикателства пред съвременната сигурност. Днес те се развиват в сложната кибер-физическа смесена реалност, включваща информационното пространство и обективната реалност. В статията е представен методологичен подход за моделно изследване на тези нови заплахи. Използвано е системно моделиране и анализ, базиран на анкети, интервюта и експертни знания. Последващата вероятностна валидация, се използва за симулационна оценка в динамика на идентифицираните заплахи. Резултатите са допълнително верифицирани с активното участие на човешкия фактор. Предложеният подход създава добра основа за анализ на бъдещите предизвикателства пред сигурността в дигиталното общество.

Ключови думи: кибер-физическо пространство, заплахи и предизвикателства, моделно изследване и анализ, валидация и верификация.

Summary: The dynamics of the new digital society creates a number of new challenges facing contemporary security. Today they develop into a complex cyber-physical mixed reality, including information space and objective reality. The article presents a methodological approach to model study of these new threats. We use systematic modeling and analysis based on questionnaires, interviews and expert knowledge. The subsequent probabilistic validation is used for simulation evaluation of identified threats in dynamics. The results were further verified with the active participation of the human factor. The proposed approach creates a good basis for analyzing future security challenges in the digital society.

Keywords: cyber-physical space, threats and challenges, model research and analysis, validation and verification.

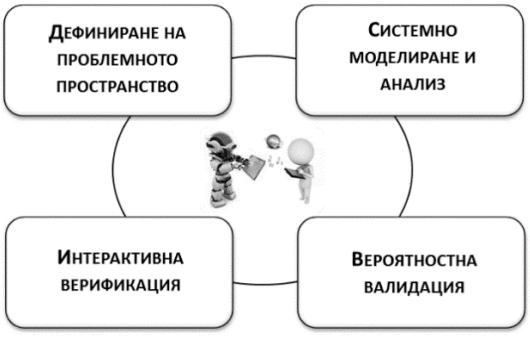
Въведение

Съвременното общество създава все по-тясна връзка между технологиите и хората. Това, от своя страна, става източник на редица социални промени в поведението и реакциите на днешните и бъдещите хора. Технологиите все повече влияят върху формирането на дигиталното общество, което създава своеобразен еволюционен парадокс. Новата кибер-физическа реалност е основополагаща за социалните промени, базирани на технологиите от Интернет пространството [1]. Ускорената социална динамика, допълнително стимулирана от съвременните феномени на: цветните революции, тероризма, миграцията и хибридните войни е много по-различна от тази на 20-и век. В ерата на уеб технологиите и услугите, социалните мрежи и мобилните смарт устройства, понятия като „социален инженеринг“, „лично пространство“ и „компрометираност по дизайн“, пораждат редица въпроси пред бъдещето на човеко-машинната интеракция в новата смесена реалност на съществуване [2]. При това, развитието на идеята за автономност, от гледна точка на технологията, поставя нови предизвикателства пред бъдещето на „изкуствения интелект“. Очакваното развитие за комуникациите на ниво „машина-машина“ в ерата на „Интернет на обектите“, открива и реални възможности за недалечното бъдеще, свързани с „машинно-човешко“ общуване [3]. Едно по-различно равнище в този аспект ще отреди по-активна роля на машите и самоеволюиращият им интелект [4], който неформално да повлияе на хората по нов, неизследван досега начин.

Всичко това поставя неизменната необходимост за създаване на изследователска рамка, представена в следващата точка, за адекватно посрещане на тези нови предизвикателства в днешното дигитално общество.

Изследователска рамка

Предвид сложния, многостранен и не напълно определен характер на съвременната кибер-физическа реалност и възникващите в нея предизвикателства пред сигурността, породени от „човеко-машинната“ интеракция, за целите на настоящата работа бе модифицирана и допълнена изследователска рамка, основана на идеите от [5] - [7].



Фиг.1. Общ вид на използваната изследователска рамка

Както е видно от Фиг. 1, рамката е организирана в четири етапа с активното участие на човешкия фактор: (i) *Дефиниране на проблемното пространство*, (ii) *Системно моделиране и анализ*, (iii) *Вероятностна валидация* и (iv) *Интерактивна верификация*.

В следващата точка рамката ще бъде представена в детайли, в съчетание с аналитични резултати, демонстриращи ефекта от нейното практическо използване в изследването на настоящи и бъдещи заплахи в новата дигитална реалност.

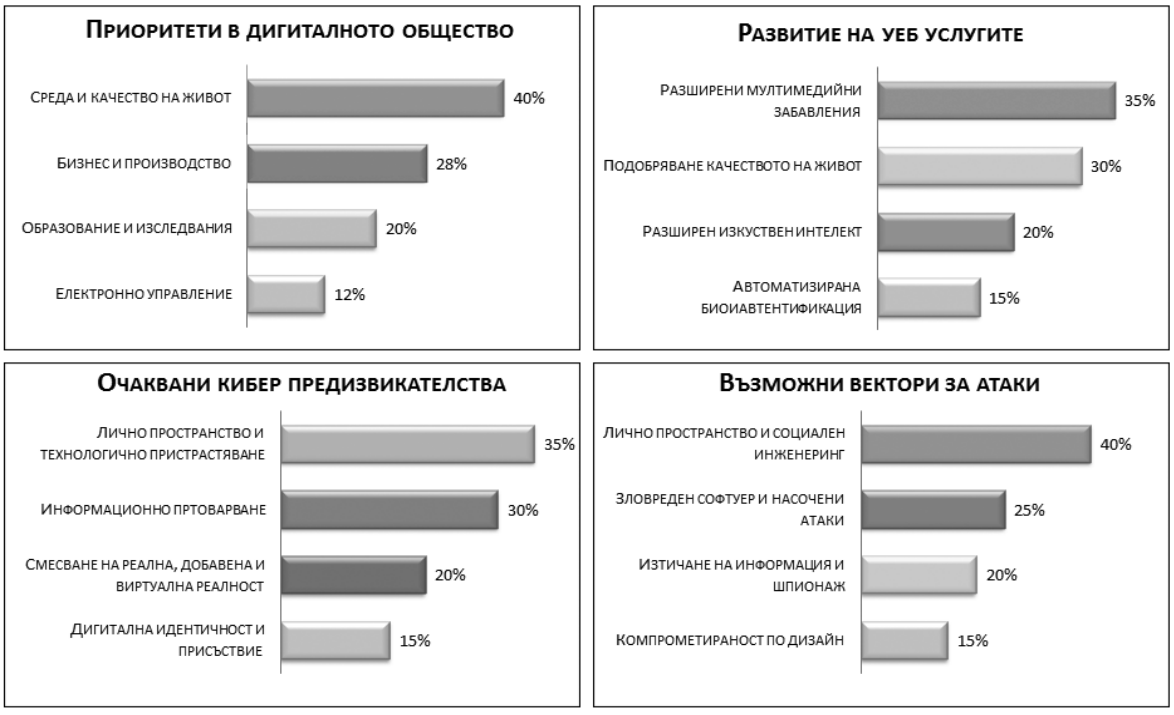
Практическа реализация

Представените на Фиг.1 четири етапа от изследователската рамка за изследването на кибер-физическата реалност ще бъдат детайлно разгледани и илюстрирани по-долу.

Дефиниране на проблемното пространство

Предвид прогнозния характер на този етап, бяха използвани данни от образователната сфера, индустрията и експертната общност. Изследването бе реализирано чрез анкетно проучване сред 350 студенти (21 +/-3 години) от страна на Съвместния център за обучение, симулации и анализ (СЦОСА) към Института по информационни и комуникационни технологии (ИИКТ) – БАН, съвместно с Университета за национално и световно стопанство и Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“. Допълнително бяха включени тенденции от анализа, приложен в подготовката на Национална стратегия за киберсигурност на Р България [8]. Мненията на водещи индустриални партньори, събрани от 21 световни лидери в сферата на информационните и комуникационни технологии, предоставени ни от Асоциацията на комуникационните и информационни специалисти в България [9], също бяха използвани при формирането на настоящото проблемно пространство.

Обобщените резултати, в графичен вид, с времеви хоризонт до 2020 година са представени на Фиг.2.



Фиг.2. Обобщение на тенденциите в развитието на дигиталното общество, уеб услугите, киберпредизвикателствата и възможни вектори за атаки до 2020 г.

Както става ясно от Фиг.2, основните тенденции до 2020 година, определени в изследването, дават приоритетно развитие на „Среда и качество на живот“ – 40% и „Бизнес и производство“ – 28%. Тенденцията се запазва и в очакваната еволюция на уеб услугите и въвеждането на 4G/5G високоскоростен мобилен достъп, позволяващ увеличаване на „Разширени мултимедийни забавления“ – 35%, използващи смарт устройства за „Подобряване качеството на живот“ – 30%. При това, най-съществените кибер предизвикателства за човешкия фактор се предвиждат в „Лично пространство и технологично пристрастяване“ – 35% и „Информационно претоварване“ – 30%. Възможните вектори за атаки са съсредоточени в „Лично пространство и социален инженеринг“ – 40%, „Зловреден софтуер и насочени атаки“ – 25%.

Като цяло, ще отбележим, че близките пет години не се очаква рязка тенденция за дефиниране водеща роля на машините и изкуствения интелект пред тази на човешкия фактор.

Системно моделиране и анализ

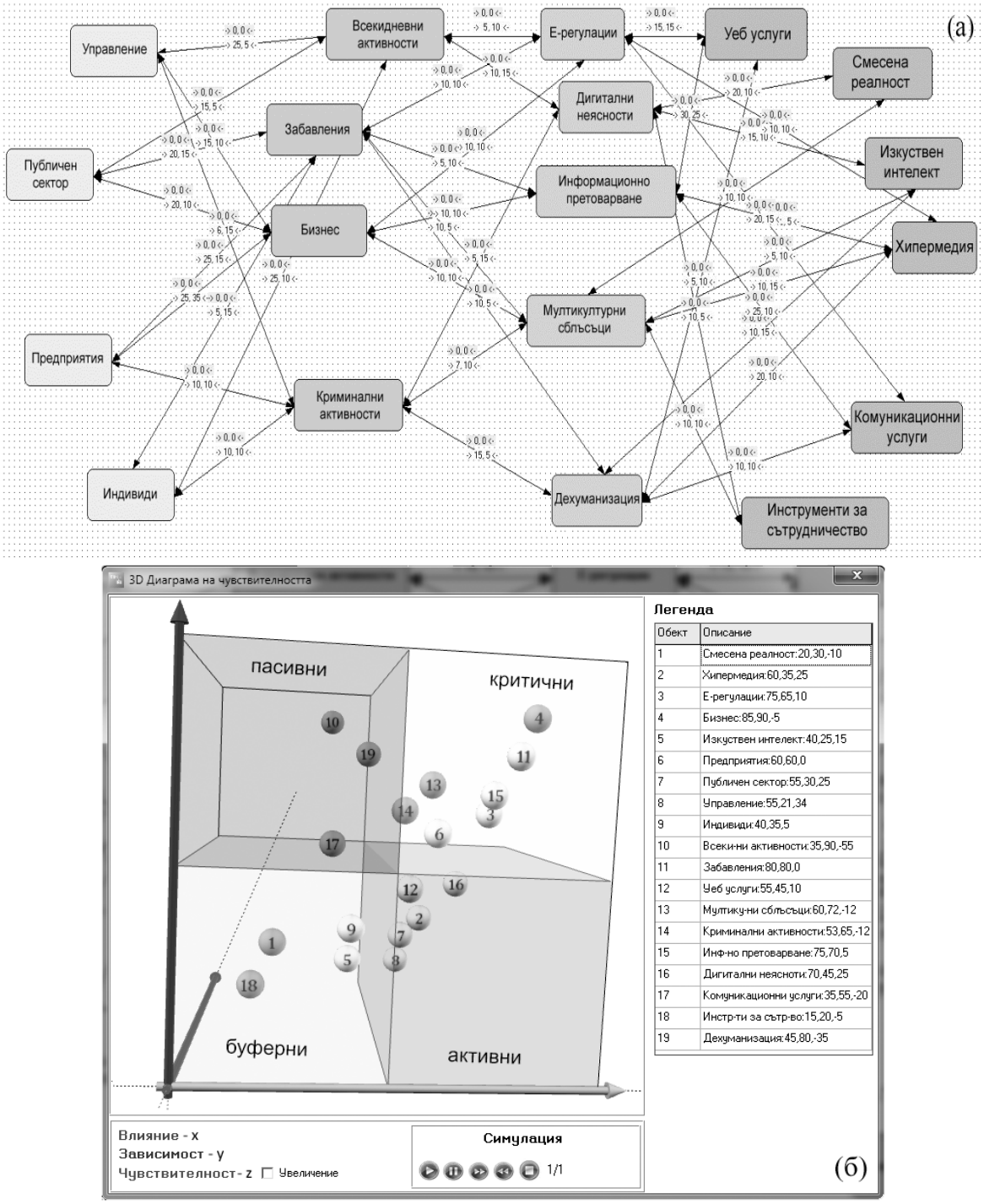
Изследването на сложните взаимовръзки в кибер-физическата реалност на дигиталната ера и произтичащите от тях заплахи и предизвикателства, предвижда необходимостта от по-задълбочено разглеждане на проблема. Получените резултати от предишната точка, най-общо очертават проблемното пространство за работа, но не отчитат системното влияние между отделните области на интерес. С цел преодоляване на това несъвършенство, тук ще бъде представен системен модел, предоставящ възможност за по-задълбочен анализ и оценка.

За целите на настоящото системно моделиране и анализ бе използвано проблемното пространство, дефинирано в предишната точка (вж. Фиг.2), в съчетание с обобщените резултати от дискусии с участници от 24 държави (представители на НАТО, Балканите, Черноморско-кавказкия регион и Европа) по време на: “Cyber Forum DESSERT B2S – S2B”, м. май, 2016 и “Third NATO Summer School in Bulgaria: NATO Challenges & Concerns on the Eve of 2016 Summit”, м. юни, 2016.

Практическото използване на тези данни бе осъществено чрез средата I-SCIP-SA, позволяваща лесно и интуитивно моделиране и анализ в различни проблемни области. При това, идеята в процеса на моделиране е основана на машинното представяне на сложни системи чрез подхода „обект-връзка“. Реализация е извършена върху претеглен ориентиран граф, представящ комплексна дискретна система в статичен или динамичен режим [10].

Общата класификация на обектите в създадения системен модел са графично интерпретирани в „3D Диаграма на чувствителността“, използваща оценки за: „Влиянието“ (правата връзка – x), „Зависимостта“ (обратната връзка – y) и „Чувствителността“ (резултантната на правата и обратната връзка – z) на обектите в четири сектора: „активен“ – червен, „пасивен“ – син, „критичен“ – жълт, „буферен“ – зелен. Допълнително, съобразно стойностите на z, обектите са класифицирани като „активни“ (бели, $z >= 0$) и „пасивни“ (сиви, $z < 0$) в рамките на всеки от разглежданите сектори.

Резултатите от системното моделиране и класификация за прогнозно изследване на ефектите от кибер-физическото взаимодействие в новото дигитално пространство са представени графично на Фиг. 3.



Фиг. 3. Системен модел (а) и резултантна 3D класификация (б) за прогнозно изследване на ефектите от кибер-физическото взаимодействие в новото дигитално пространство чрез средата I-SCIP-SA, v. 2.0.

Представеният на Фиг.3а модел е изграден на базата на два класа обекти от кибер-физическата реалност: *Физически*, представящи социалния фактор в новата дигитална ера: „Управление“, „Публичен сектор“, „Предприятия“, „Индивиди“ и съответните дейности, свързани с тях: „Всекидневни активности“, „Забавления“, „Бизнес“, „Криминални активности“; *Кибер* частта е ориентирана около очакваното технологично развитие до 2020 година, свързано с: „Уеб услуги“, „Смесена реалност“, „Изкуствен интелект“, „Хипермедия“, „Комуникационни услуги“, „Инструменти за

сътрудничество“ и произтичащите от тяхното взаимодействие с физическата част на модела, хибридни по характер заплахи: „Дехуманизация“, „Информационно претоварване“, „Е-регулации“, „Мултикултурни сблъсъци“ и „Дигитални неясноти“.

По отношение на класифицирането на тези обекти, с цел определяне на тяхната значимост в модела, бе извършен последващ системен анализ за дефиниране и оценка на връзките между обектите.

Резултатът е представен графично в „3D Диаграмата на чувствителността“ (вж. Фиг.3б), като са определени следните класове обекти: активни: „Уеб услуги – 12“, „Дигитални неясноти – 16“, „Хипермедия – 2“, „Публичен сектор – 7“, „Управление – 8“; критични: „Бизнес – 4“, „Забавления – 11“, „Е-регулации – 3“, „Информационно претоварване – 15“, „Предприятия – 6“, „Мултикултурни сблъсъци – 13“, „Криминални активности – 14“; пасивни: „Всекидневни активности – 10“, „Дехуманизация – 19“, „Комуникационни услуги – 17“; буферни: „Смесена реалност – 1“, „Инструменти за сътрудничество – 18“, „Индивиди – 9“, „Изкуствен интелект – 5“.

Наличието на множество обекти от модела в критичната зона показва ясно, че заплахите и предизвикателствата в кибер-физическото пространство имат сложна природа. Всичко това способства за развитието на средата, при отчитане водещата роля на бизнеса и публичния сектор. Критичните моменти в модела са определени за Е-регулациите, мултикултурните сблъсъци, информационното претоварване и криминалните активности.

Развитието на изкуствения интелект не е определено явно за заплаха. То е отразено индиректно в дехуманизацията, вследствие на интелигентната електронизация на всекидневните активности и нарастващата популярност от развиващите се мобилни технологии и комуникационни услуги. При това, активна остава ролята на нарастващите дигитални неясноти в новото общество. Тези резултати се потвърждават и от други изследвания с по-широк времеви хоризонт [11], [12].

Поради статичния характер на предложения модел, в следващата точка е извършено и изследване на възможностите за неговата, динамична вероятностна валидация.

Вероятностна валидация

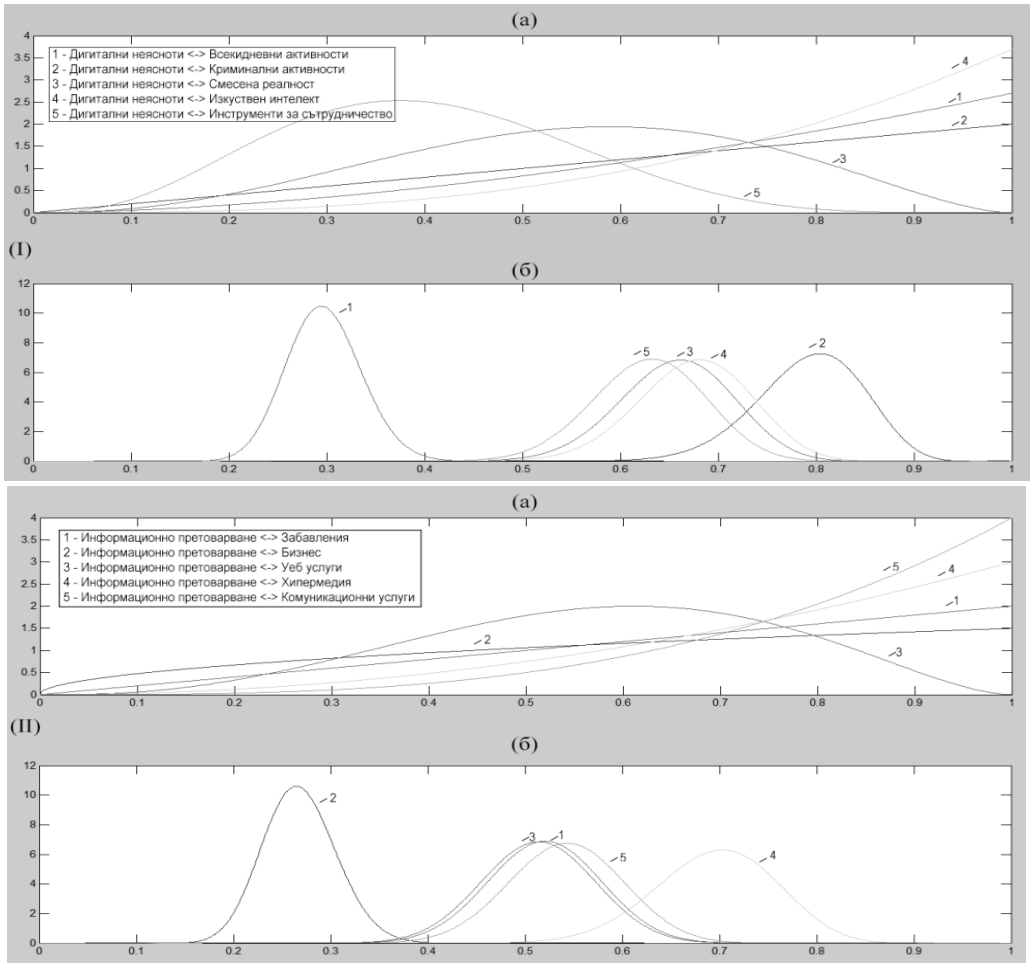
Представените резултати от системния анализ дават добра основа за системно разглеждане на предизвикателствата и заплахите в кибер-физическата реалност. Получената класификация обаче е статична. Интерес представлява нейното развитие, предвид прогнозния ѝ характер. Тук ще отбележим и други сходни достижения, като: циклите на Кондратиев и Теория на перспективите на Канеман-Тверски за описване на социалната и икономическа динамика [13]. Използването на трендове за прогнозиране на бъдещето е доста амбициозна задача, решението на която може да бъде осъществено, най-общо, по два начина: (i) чрез разработване на аналитичен модел от система уравнения или (ii) посредством вероятностни разпределения.

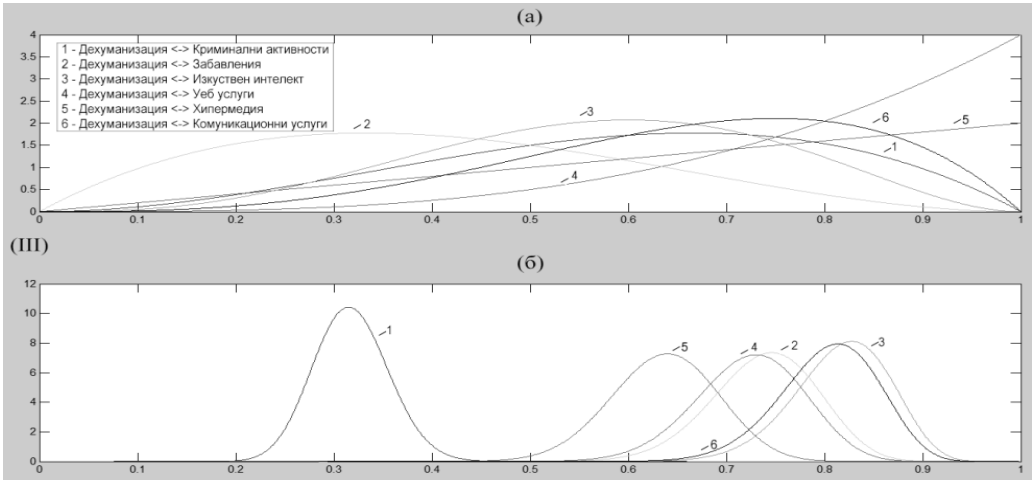
Практическото използване на първия метод е предложено в [14], като е постигната много добра точност, но при сравнително гладки трендове, което не винаги е възможно. В настоящата работа ще бъде приложен вторият – вероятностният. Основна причина за това е липсата на трендове за изследване. Друг проблем е сложността при създаването на модели за тяхното генериране, по отношение на

стабилност и чувствителност, при наличие на голям брой параметри, необходими за постигане на близък до реалността модел.

Вероятностният подход, реализиран на базата на бета разпределение, системно моделиране и средата Matlab R2011b е предложен в [7], като ще отбележим, че дава добра основа за изследване и позволява лесното симулиране на различни типове атаки, по отношение на връзките между обектите в системата. Това е сериозно предимство, предвид възможността за комбиниране на анкетни, експертни, симулационни и сензорни данни, с прякото участие на човешкия фактор [5]. Същевременно така се преодоляват проблемите с различните скорости на изменение на трендовете и техните размерности.

Графични резултати от прилагането на методологията за вероятностна валидация на тенденциите в развитието на избрани заплахи от системния модел (вж. Фиг. 3) са показани на Фиг.4.





Фиг.4. Вероятностна валидация на тенденциите в развитието на избрани заплахи от Фиг. 3 („Дигитални неясноти“ – I, „Информационно претоварване“ – II, „Дехуманизация“ – III) в средата Matlab R2011b

Предствените на Фиг. 4 резутати са отнесени към трите класа заплахи, идентифицирани в ситемния модел от Фиг. 3: активни: „Дигитални неясноти“ – 16, критични: „Информационно претоварване“ – 15 и пасивни: „Дехуманизация“ – 19.

Изследването на тяхната еволюционна динамика чрез предложената валидация, показва някои интересни резултати по отношение промяната в априорната спрямо апостериорната вероятност. За „Дигитални неясноти“ (панел I, Фиг. 4б) значима роля се очаква да имат: „Криминални активности“ – 2, „Изкуствен интелект“ – 4, „Смесена реалност“ – 3, „Инструменти за сътрудничество“ – 5. „Информационно претоварване“ (панел II, Фиг. 4б) ще бъде повлияно най-силно от „Хипермедия“ – 4 и „Комуникационни услуги“ – 5. „Дехуманизация“ (панел III, Фиг. 4б) ще зависи най-вече от: „Изкуствен интелект“ – 3, „Комуникационни услуги“ – 6, „Забавления“ – 2, „Уеб услуги“ – 4 и „Хипермедия“ – 5.

Получените резултати са за атаки в диапазона 30-45% от общия брой използвани, симулирани заявки към всяка от изследваните връзки и $M > 0.5$.

Резултатите от идентифицираните потенциални заплахи в кибер-физическата реалност, получени като комплексна комбинация на системния анализ и вероятностната валидация имат основно прогнозен характер за изследвания контекст. Предвид техния бъдещ хоризонт за развитие (до 2020 година), в следващия параграф ще разгледаме и възможност за верифицирането им с цел постигане на по-добро разбиране.

Интерактивна верификация

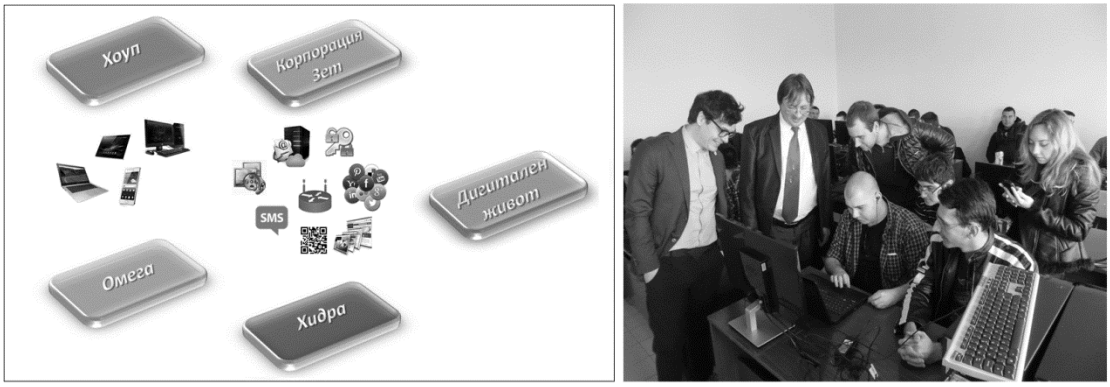
Реализацията на този последен етап от предложената методологична рамка (вж. Фиг. 1) се осъществява, на базата на компютърно подпомагани учения за изследване на нови заплахи и предизвикателства в киберпространството [15], [16].

Основната идея, използвана при този подход, реализиращ интерактивна симулация, е да се създадат въображаеми ситуации, при които, съобразно сценариен скрипт от планирани и непланирани събития, да се изследват отговорите и избрани психофизиологични корелати на играещите, с цел оценяване адекватността на техните знания, емоции и поведение в изкуствено създадената среда.

Предвид комплексния характер на изследваните кибер-физически заплахи ще бъдат използвани резултатите от проведено международно учение CYREX 2016, организирано от: Съвместния център за обучение, симулации и анализ в Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“, в рамките на обучителния курс „Основи на сигурността в киберпространството“. Подкрепа, с наблюдатели и участници на събитието, бе предоставена от: IFIP, Асоциацията на комуникационни и информационни специалисти и представители на бизнеса от Р България и Р Македония [17].

Обучаемите бяха организирани в затворена Facebook група (от 30 студенти, на възраст 20 +/– 2 години, в т. ч. и 8 наблюдатели), свързана с полигон на смесена кибер-физическа реалност, позволяваща на участниците да използват различни смарт устройства (таблет, фаблет, смартфон, айпод, ултрабук и лаптоп), десктоп компютри, включени във вътрешна LAN мрежа, посредством Wi-Fi рутер (за лесно организиране на вътрешна мрежа и записване на лог за събитията по време на ученето), имейл сървър и SMS нотификация. Ученето бе проведено чрез пет отбора (мотиватори: „Дигитален живот“: неправителствена организация, наблюдаваща и търсеща регулация в дигиталното общество; хактивисти: „Омега“, неформална организация от хакери; международна разследваща киберпрестъпления агенция: „Хидра“; стартираща шпионска компания „Хоуп“ и мултинационална компания, разследвана за финансиране на криминални дейности: „Корпорация Зет“.

В CYREX 2016 бяха изследвани сценарийни комбинации за реализиране на индустриален шпионаж чрез инсайдери в смесена реалност, с използване на: QR кодове, криптиране, мултимедийни съобщения, базирани на аватари, клауд и чат услуги, както и въздействие чрез: зловреден софтуер, разпределен отказ от услуги – DDoS по IP и социален инженеринг за мотивиран хактивизъм. Идейната архитектура и моменти от ученето са показани на Фиг. 5.



(а) (б)

Фиг.5. Идейна архитектура (а) и моменти от ученето CYREX 2016 (б)

Като резултат от CYREX 2016, бе установена практически значимата роля на хипермедията в съвременната смесена кибер-физическа реалност, при използване на множество интелигентни устройства за комуникация чрез различни комуникационни услуги. Същевременно, нуждата от Е-регулация на новата дигитална среда за контролиране на различни криминални активности, остава неизменна и, за момента, е в

процес на развитие. Наличието на множество дигитални неясноти позволяват сравнително лесното създаване и внедряването на организационни инсайдери, посредством инструментите на социалния инженеринг, с цел шпионаж. При това, новите технологии отварят редица незащитени области за атаки, свързани с удобни и забавни технологични решения и услуги със свободно разпространение. Последното е пряко свързано и с търсенето на лесни и автоматизирани решения за работа, вследствие на информационното претоварване, което поставя еволюцията на изкуствения интелект в приоритет за бъдещите уеб услуги.

Заключение

Предложената изследователска рамка за изследване на новите заплахи и предизвикателства в кибер-физическата смесена реалност на дигиталната ера предлага надеждна изследователска основа за работа. Предвид прогнозния си характер, тя е основана на анкетни, експертни и моделно генерирани данни, което й придава завършеност по отношение на възможностите за валидация и верификация с активното участие на човешкия фактор.

Допълнително е възможно нейното последващо усъвършенстване по отношение на:

•обобщен анализ и предсказване на трендовете за очаквани киберзаплахи и предизвикателства в агрегиран вид с цел динамична оценка на прогнозните резултати;

•добавяне на високо интегрирани средства за интелигентен мониторинг и стимулация на емоциите и поведението на потребителите, позволяващ своевременно модифициране на смесената реалност и по-пълно задоволяване на техните потребности.

Благодарности

Авторите са признателни за финансовата и експертна подкрепа, оказана им от фирма СТЕМО ЕООД при създаването на модела за киберразузнаване, основан на големи масиви от данни, в рамките на ESGI 113, както и за провеждането на компютърно подпомаганото учение CYREX 2016.

Използвана литература:

1. Floridi, L. The Fourth Revolution (How the Infosphere is Reshaping Human Reality), Oxford University Press, 2016.

2. Kim, G. Human-Computer Interaction, CRC Press, 2015.

3. Höller, J., Tsiatsis, V., Mulligan, C., Karnouskos, S., Avesand, S., Boyle, D. From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence, Elsevier, 2014.

4. Bostrom, N. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies, Oxford University Press, 2014.

5. Minchev, Z. Human Factor Role for Cyber Threats Resilience, In Handbook of Research on Civil Society and National Security in the Era of Cyber Warfare, Chapter 17, IGI Global, pp. 377 - 402, 2015.

6. Minchev, Z. Cyber Threats Identification in the Evolving Digital Reality, In Proceedings of Ninth National Conference "Education and Research in the Information Society", Plovdiv, Bulgaria, May 26-27, pp. 011-022, 2016.

7. Minchev, Z., Dukov, G., et al. Cyber Intelligence Decision Support in the Era of Big Data, In ESGI 113 Problems & Final Reports Book, Chapter 6, FASTUMPRINT, pp. 85-92, 2015.

8. Минчев, З. Прогнозни заплахи и предизвикателства в киберпространството, Позиции ЦМСО, No. 31, ЦМСО, ИИКТ-БАН, София, юни, 2015, http://it4sec.org/bg/system/files/views_031_0.pdf

9. Асоциацията на комуникационните и информационни специалисти, http://acis-bg.org/

10. *Minchev, Z. Methodological Approach for Modelling, Simulation & Assessment of Complex Discrete Systems, In Proceedings of National Informatics Conference Dedicated to the 80th Anniversary of Prof. Barnev, IMI-BAS, Sofia, November 12-13, 2015, pp. 102-110, 2016.*
11. *Blowers, M. (Editor) Evolution of cyber technologies and operations to 2035, Springer International, Switzerland, 2015.*
12. *Built Environment 2050 (A Report on Our Digital Future), BIM2050 Team, 2014, http://cic.org.uk/download.php?f=be2050-cic-bim2050-2014-1.pdf*
13. *Dopfer, K. The Evolutionary Foundations of Economics, Cambridge University Press, 2005.*
14. *Minchev, Z. & Shalamanov, V. Scenario Generation and Assessment Framework Solution in Support of the Comprehensive Approach. In Proceedings of SAS-081 Symposium on Analytical Support to Defence Transformation, RTO-MP-SAS-081, Sofia, NATO RTO ST Organization, 22-1-22-16, 2010.*
15. *Минчев, З. и к-в, Хибридни предизвикателства в киберпространството и ролята на човешкия фактор, Сборник доклади от Международна научна конференция „Югоизточна Европа: новите заплахи за регионалната сигурност“, Поредица „Наука, образование, сигурност“, том 3, София, НБУ, Планета 3, стр. 354-362, 2-3 юни, 2015, публикувана: февруари, 2016.*
16. *Kick, J. Cyber Exercise Playbook, The MITRE Corporation, 2014, https://goo.gl/SOkkw6*
17. *CYREX 2016 Facebook News Post, February 26, 2016, https://goo.gl/Pa8ArN*