

## ФОРМУЛЯР

за идентификация на създадени от ННП Е-здраве научноизследователски резултати

НИР№01 .....

### Работни пакети No. 1 и 8.

*наименование на резултата*

<p><b>Вид на изследователския резултат</b> (Метод/технология Устройство/прототип Обучение/програма, методика Компютърна програма/модел База данни Микроорганизми Изпитване/методика, резултати Услуга (от всякакъв вид) Друго</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Разработен е прототип (уеб приложение)</b> за генериране на данни за електронна рецепта по изискванията на eHDSI (eHealth Digital Service Infrastructure) за трансграничен обмен на електронни рецепти в ЕС</li> <li>2. <b>Създаден е модел (XML scheme)</b> на основното множество от данни в електронна рецепта по изискванията на eHDSI</li> <li>3. <b>Разработена е компютърна програма</b> за съхраняване в QR код на основното множество от данни в електронна рецепта по изискванията на eHDSI</li> <li>4. <b>Проведено е изпитване на методика</b> за извличане на елементи на клинични данни от <b>клинични данни</b> в анонимизирани отчети в НЗОК за изпълнение на клинични пътеки</li> <li>5. <b>Проведени са компютърни експерименти(изпитване)</b> на методиката за генериране на съдържание на електронни рецепти с реални данни.</li> <li>6. <b>Проведени са компютърни експерименти(изпитване)</b> на съхранение на и декодиране на съдържание на електронна рецепта в QR код с реални данни.</li> <li>7. <b>Разработена е методика за трансграничен обмен на електронни рецепти в ЕС</b> на основата на предаване на съдържание на електронна рецепта в QR код. Методиката отговаря изцяло на функционалните изисквания на eHDSI и свързани с тях стандарти в ЕС.</li> <li>8. <b>Разработена е компютърна програма</b> за извличане на <b>основни категории</b> от клинични данни в анонимизирани отчети в НЗОК за изпълнение на клинични пътеки</li> <li>9. <b>Разработен е абстрактен модел</b> на процеса по пробиване на кост в ортопедичната хирургия</li> <li>10. <b>Разработен е алгоритъм</b> за управление на скоростта при пробиване на кост в ортопедичната хирургия</li> <li>11. <b>Разработено е роботизирано устройство</b> за пробиване на кости с приложения в ортопедичната хирургия.</li> <li>12. Получени са предварителни <b>резултати</b> от приложение на машинно самообучение за предсказване на плътност на кости при компютърна обработка на изображения от рентгенови изследвания.</li> <li>13. <b>Разработена е компютърна информационна система</b> за регистриране, съобщаване и отчет на заболяли от заразни болести и в частност COVID-19</li> <li>14. <b>Създадена е методика</b> за интегриране на показателите за измерване на терапевтичните резултати и методиките за оценка на ефективността на разходите в комплексни системи за измерване, отчитане и сравняване на терапевтична ефективност на иновативни лекарства при лечение на социално значими заболявания.</li> <li>15. <b>Разработена е методология</b>, осигуряваща ефективна интеграция в комплексни системи за оценка на ефективността от гледна точка на входния ресурс и изходния резултат</li> <li>16. Въвеждане на <b>компютърна реализация на бизнес процесите</b> по регистрация, съобщаване и отчет на заразните болести, произтичащи от Наредба № 21 от 2005 г. и придружаващите я актуализации (последно изм. и доп. В ДВ. бр. 5 от 15 януари 2019г. )</li> <li>17. <b>Разработена е интерактивна карта</b>(Географска Информационна система) за изобразяване на местонахожденията и помощна информация за лабораториите, извършващи PCR тестове в гр. София</li> <li>18. <b>Създаден е модел на база от данни</b> за представяне на категориите от данни необходими за <b>изпълнение на бизнес процеса</b> за съобщаване и отчет на заболяли от заразни болести. В модела на данните е използвано кодиране на организационни структури, както и</li> </ol>
---	---

утвърдени международни номенклатури и класификации за кодиране на заразни болести, лабораторни процедури, използвани в българското здравеопазване.

19. **Създаден е Business Process Model and Notation модел на бизнес процесите** при трансграничен обмен на международно досие на пациент по стандарта EN 17269
20. **Разработени са уеб услуги** за интегриране на **информационната система** за регистриране, съобщаване и отчет на заболели от заразни болести с болнични информационни системи. Реализирани са компютърни експерименти за приложение на тези уеб услуги с реални данни.
21. **Извършени са компютърни експерименти с реални данни за проверка на основните функционалности на информационна система** за регистриране, съобщаване и отчет на заболели от заразни болести.
22. **Разработена е методология за трансформиране** на XML отчетите на Общо практикуващи лекари, Клинични пътеки към НЗОК, а също и обмен на данни между регистри за социално значими заболявания спрямо Референтния модел на БДС 13606 и openEHR спецификация.
23. **Разработена е програма за интегриране на информационна система** за регистриране, съобщаване и отчет на заболели от заразни болести **с клинични данни от лабораторни изследвания**, изготвени в електронен формат, зададен от Министъра на здравеопазването в заповед Заповед № РД-01-473/14.08.2020 г.
24. **Разработена е методология за извличане на данни** от регистри на редки ендокринни заболявания (акромегалия) с цел прилагане на утвърдени медицински критерии за извършване на оценка на ефективността на приложеното лечение
25. **Избрана е методология за моделиране, разработка и имплементиране на архетипи** при изграждане на модул на семантична оперативна съвместимост на компоненти, използваща архетипи за представяне на концепции на клинични данни.
26. **Приложена е методология за моделиране, разработка и имплементиране на архетипи** по БДС 13606 и openEHR спецификация в следните **потребителски случаи със съществен социално значим ефект:**
27. Управление на **исковете на аптеките-договорни партньори** на НЗОК
28. Управление на съхраняваните в НЗОК **клинични данни от амбулаторни прегледи при общопрактикуващи лекари**
29. Управление на съхраняваните в НЗОК **данни от болници за изпълнени клинични пътеки**
30. Обмен на клинични данни от **Международно Досие на Пациент (IPS) и регистри на редки заболявания** по стандарта EN 17269
31. **Генерирана е извадка от псевдоанонимизирани клинични данни** за целите на провеждане на научни изследвания и в частност, провеждане на компютърни експерименти с реални данни.
32. **Разработен е подход за създаване на XML инстанция на архетип** от неговото представяне в Archetype Description Language (ADL) по БДС EN 13606. Този подход няма аналог в съществуващата научна литература и за първи път позволява създаване на приложения по БДС EN 13606 на Естествени (Native) XML бази от данни и приложения на XML технологии за управление на клинични данни.
33. **Предложени са технологични решения на следните проблеми:**
34. Въвеждане на **компютърна реализация на бизнес процесите** по регистрация, съобщаване и отчет на заразните болести, произтичащи от Наредба № 21 от 2005 г. и придружаващите я актуализации (последно изм. И доп. В ДВ. бр. 5 от 15 януари 2019г. )
35. Постигане на семантична оперативна съвместимост посредством **създаване и софтуерна реализация на методика за трансформиране** на ADL представяне на EN13606 архетип в инстанция на XML Schema Definition на референтния модел EN 13606-1:2019 и съответните му типове данни CEN/TS 14796/ EN ISO 21090
36. **Интегриране на XML инстанция на архетип по БДС EN 13606 в клиент- сървър уеб приложение**, базирано на нерелационна база от

	<p>данни exist-DB, за трансграничен обмен на клинични данни от рядко заболяване(Акромегалия),</p> <p>37. <b>Инсталиране на openEHR платформа за обработка на XML инстанции на оперативни шаблони</b>, изготвени по openEHR спецификация</p> <p>38. <b>Разработка на уеб приложение за трансформиране и управление на клинични данни на НЗОК от каноничен XML формат</b> във формат на openEHR спецификация</p> <p>39. <b>Автоматизирано визуализиране на клинични данни</b> на НЗОК от каноничен XML формат в графично уеб приложение, което управлява тези данни на openEHR платформа</p> <p>40. <b>Създаден е подход и негова софтуерна реализация, използваща методите на машинно самообучение</b>, за предсказване на преживяемост на болни от раково заболяване.</p> <p>41. <b>Защитен е патент</b> за изграждане на облачна платформа за интелигентно интегриране на хетерогенни био-медицински данни.</p> <p>42. <b>Създадени и публикувани са в публичното пространство (YouTube) четири видео демонстрации</b> на примерни реализации на описаните по- горе резултати в практиката.</p> <p>Тези резултати са съпоставими с планираните действия на Европейската комисия за приложение на одобрените от ЕС здравни информационни стандарти за междуграничен обмен на клинични данни при осигуряване на семантична оперативна съвместимост при реализация на съответните бизнес процеси и потребителски случаи (<i>международно досие на пациент, издаване на електронна рецепта, предоставяне на медицински продукт с електронна рецепта</i>).</p> <p>Предаден е подробен научен отчет, съдържащ сравнителен анализ на предимствата и недостатъците на тези стандарти по отношение на намиране на комплексни решения в електронното здравеопазване в България.</p>
<p><b>Опишете новостта/ иновативността на НИР</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. За първи път в ЕС се предлага алтернативен подход за трансграничен обмен на електронни рецепти, който удовлетворява съществуващите стандарти и изисквания в ЕС за обмен на клинични данни.</li> <li>2. За първи път в България се предлага компютърна обработка и управление на данни за Бързо известие при откриване на заразно болен( COVID-19)</li> <li>3. За първи път в България се създава интерактивна карта за установяване на местоположението на лаборатории, извършващи PCR тестове.</li> <li>4. Поставена е основата на транс граничен обмен на международно досие на пациент(International Patient Summary) по Европейския стандарт EN 17269 , основаващ се на приложение на openEHR и технически спецификации на данни за запазване на семантичния контекст.</li> <li>5. Разработената информационна система за транс граничен обмен на международно досие на пациент(International Patient Summary) по Европейския стандарт EN 17269 е първа по рода си информационна система, която в рамките на ЕС може да осъществява семантична оперативна съвместимост при обмен на такива данни.</li> <li>6. За първи път в България се предлага методология за обмен на разнотипни клинични данни(международно досие на пациент, електронна рецепта, обмен на данни между регистри за описание на редки ендокринни заболявания) по стандарт EN 13606, openEHR спецификации и технически, одобрен в ЕС и утвърден като БДС.</li> <li>7. Методологията автоматизира интегрирането на зададените от НЗОК дефиниции на разнотипни данни в стандартно описание на Референтен модел, изготвен спрямо изискванията на стандарта EN 13606.</li> <li>8. За първи път в България се предлага софтуерна реализация на методика за обмен разнотипни клинични данни, която е съвместима с информационните модели за обмен на такива данни между страните членки на ЕС.</li> <li>9. Приложението на методологията и съответния ѝ компютърен модел в софтуерното обслужване на практиките на общопрактикуващите лекари ще има голям социален ефект, защото гарантира една и съща</li> </ol>

	интерпретация на семантичния контекст на медицинските термини и концепции при обмен на клинични данни помежду им.
<b>Кой ще бъде ползвателя/клиента?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Министерство на здравеопазването</li> <li>• РЗИ</li> <li>• НЗОК</li> <li>• Общо практикуващите лекари</li> <li>• Медицински организации у нас и в чужбина, които са възприели стандарта ISO 13606 или openEHR за обмен на данни при осъществяването на клинично-диагностичния процес.</li> </ul>
<b>Какво предимство/стойност ще донесе на ползвателя?</b>	<p>Научно- приложните резултати от това изследване ще допринесат за <b>подобряване на качеството на здравните услуги</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Автоматизацията на дейностите за регистриране, съобщаване и отчет на заболели от заразни болести и в частност COVID-19, изисквани от българското законодателството ще подобри съществено управлението на данните за заболели и поставени под карантина лица със средствата на съвременните информационни технологии .</li> <li>• Позволяват въвеждането и приложението на европейски здравни стандарти и технически спецификации при обмен на електронни рецепти и извадки от електронния здравен запис на пациент между участниците в клинично-диагностичния процес в българското здравеопазване.</li> <li>• Осигуряват интегриране на обмена на клинични данни (пациентско досие, електронни здравни рецепти) с другите страни- членки на ЕС, участващи в дигиталната инфраструктура за услуги в електронното здравеопазване (eHDSI)</li> <li>• Позволяват внедряване на единен подход за интегриране на съществуващи бази от данни на пациенти с редки и социално значими заболявания посредством приложението на европейски здравни стандарти и технически спецификации</li> <li>• Предложената методология и технологични решения служат за изграждане на цялостен проблемно- ориентиран подход с висока степен на абстракция за управление на клинично-диагностичния процес в българското здравеопазване с цел да се интегрират различни области на познание въз основа на многократно използване на модели на данни без да се изразходват ресурси за дублиране на модели и данни, както и за генериране на нови знания.</li> </ul>
<b>Кога се очаква постигането му в рамките на програмата (м/год)?</b>	В края на третата година от реализацията на ННП eЗдраве
<b>Кога се очаква да излезе на пазара (м/год)?</b>	Неприложимо
<b>Какви са разходите необходими след програмата и преди експлоатацията на НИР?</b>	Неприложимо
Каква е очакваната цена /диапазон на НИР / цена на лиценза?	Неприложимо
Какъв е обема на пазара в М€ за този НИР и съответната тенденция?	Неприложимо
Как НИР ще се съпостави със съответните конкурентни продукти по отношение на цена / функционалност?	Неприложимо
Кои са конкурентите на този НИР?	Неприложимо
Колко бързо и по какъв начин конкурентите ще отговорят на този НИР?	Неприложимо

Кои са партньорите, включени в този НИР?	Софийски Университет Св. Климент Охридски, МУ- София, НСОПЛБ
Кои са индустриалните/обществените партньори, интересувани се от този НИР (партньори, възложители, спонсори и др...)?	МУ-София, ИИКТ- БАН, ТУ-София, МУ- Пловдив, НСОПЛБ, GLOBAL System Solutions
Как сте го защитавате този НИР? Кога?	<p>От екипа на СУ “Св. Климент Охридски“ е организирана специална сесия на една международни конференции, където след рецензиране са допуснати и изнесени доклади от участници в работните екипи на МУ-София, МУ-Пловдив и Технически университет, София, както и на изследователи от Гърция, Северна Македония и Казахстан:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The Information Systems and Grid Technologies (ISGT 2021), Sofia, Bulgaria, May 28– 29, 2021 (<b>Workshop “eHealth”</b>) <a href="https://isgt.fmi.uni-sofia.bg/">https://isgt.fmi.uni-sofia.bg/</a></li> </ol> <p>Резултатите на екипа са докладвани и публикувани на специализирани международни научни форуми: <b>Подготвени и са приети за отпечатване 12 доклада и една глава от книга, всички с отворен достъп (Scopus или Web of Science):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>[1] Evgeniy Krastev, Petko Kovachevachev, Dimitar Tcharaktchiev, Simeon Abanos, Using QR Code for Uniform Representation of Content in Cross-border Exchange of ePrescriptions in the EU, 31th Medical Informatics Europe conference (<a href="#">MIE 2021</a>), May 29 – 31 (2021), Athens, Greece, pp. 684 – 68, <b>SJR= 0.3, Q3</b>. DOI:10.3233/SHTI210259</li> <li>[2] Nisheva-Pavlova M., Mihaylov I., Hadzhiyski S., Vassilev D. Ontology-Based Decision Support System for Dietary Recommendations for Type 2 Diabetes Mellitus. In: Paszynski M., Kranzlmüller D., Krzhizhanovskaya V.V., Dongarra J.J., Sloot P.M. (eds) Computational Science – ICCS 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12744. Springer, Cham. (2021), pp 735-741 <b>IF= 1.36, SJR= 0.249, Q3</b>. DOI: 10.1007/978-3-030-77967-2_61,</li> <li>[3] Tony Boiadjiev, George Boiadjiev, Kamen Delchev, Ivan Chavdarov, Roumen Kastelov, "Orthopedic Bone Drilling Robot ODRO – basic characteristics and areas of applications" (In book chapter: Medical Robotics ISBN: 978-3-902613-18-9, E-ISBN: 978-953-51-5820-2) IntechOpen (March 19th 2021), <a href="#">open access</a> (Web of Science Core Collection (BKCI) , Crossref, Google Scholar, WorldCat, BASE, EBSCO, Open AIRE, CNKI Scholar, RePEc, ExLibris SFX) <b>IF= 0.02, SJR= 0.101</b>. DOI: 10.5772/intechopen.96768</li> <li>[4] Maria Nisheva-Pavlova, Stoyan Hadzhiyski, Iliyan Mihaylov, Dimitar Vassilev, Implementation of an ontology-based decision support system for dietary recommendations for diabetes mellitus, Proceedings of the Information Systems and Grid Technologies (<a href="#">ISGT2021</a>) Edited by: Vladimir Dimitrov, Vasil Georgiev, <a href="http://ceur-ws.org/Vol-2933/">http://ceur-ws.org/Vol-2933/</a>, May 28 – 29 (2021) pp. 144-154. <b>SJR=0.18</b></li> <li>[5] Nikola Kirilov, Elena Kirilova, Evgeniy Krastev, Using Machine Learning to Predict Bone Mineral Density from Dual-energy X-ray Absorptiometry Images of the Lumbar Spine, Proceedings of the Information Systems and Grid Technologies (<a href="#">ISGT2021</a>) Edited by: Vladimir Dimitrov, Vasil Georgiev, <a href="http://ceur-ws.org/Vol-2933/">http://ceur-ws.org/Vol-2933/</a>, May 28 – 29 (2021). pp. 220- 226. <b>SJR=0.18</b></li> <li>[6] Kalinka Kaloyanova, Ina Naydenova, Zlatinka Kovacheva, Addressing Data Quality in Healthcare, Proceedings of the Information Systems and Grid Technologies (<a href="#">ISGT2021</a>) Edited by: Vladimir Dimitrov, Vasil Georgiev, <a href="http://ceur-ws.org/Vol-2933/">http://ceur-ws.org/Vol-2933/</a>, May 28 – 29 (2021). pp. 155- 164. <b>SJR=0.18</b></li> <li>[7] Mihaylov I, Kańduła M, Krachunov M, Vassilev D. A novel framework for horizontal and vertical data integration in cancer studies with application to survival time prediction models. Biol Direct. 2019 Nov 21;14(1):22. doi: 10.1186/s13062-</li> </ol>

019-0249-6. PMID: 31752974; PMCID: PMC6868770. **IF=2.913, SJR = 1.52, Q1,**

**Citations: 26**

- [8] Mihaylov I., Nisheva M., Vassilev D. (2018) Machine Learning Techniques for Survival Time Prediction in Breast Cancer. In: Agre G., van Genabith J., Declerck T. (eds) Artificial Intelligence: Methodology, Systems, and Applications. AIMS 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 11089. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99344-7\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99344-7_17) **IF= 1.36, SJR= 0.249, Q3, Citations: 3**
- [9] Mihaylov, I.; Nisheva, M.; Vassilev, D. Application of Machine Learning Models for Survival Prognosis in Breast Cancer Studies. *Information*, MDPI, **2019, 10**, 93. <https://doi.org/10.3390/info10030093> **IF= 2.38, SJR= 0.35, Q3, Citations: 8**
- [10] Serafimova K., Mihaylov I., Vassilev D., Avdjieva I., Zielenkiewicz P., Kaczanowski S. (2020) Using Machine Learning in Accuracy Assessment of Knowledge-Based Energy and Frequency Base Likelihood in Protein Structures. In: Krzhizhanovskaya V.V. et al. (eds) Computational Science – ICCS 2020. ICCS 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12139. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50420-5\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50420-5_43) **IF= 1.36, SJR= 0.249, Q3, Citations: 1**
- [11] M. Nisheva-Pavlova, S. Hadzhiyski, I. Mihaylov, I. Avdjieva and D. Vassilev, "Linking Data for Ontology Based Advising in Healthcare," 2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), **IEEE Xplore**, 07 January 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICAI50593.2020.9311382. **Citations: 1**
- [12] Mihaylov I., Nisheva-Pavlova M., Vassilev D. (2019) An Approach for Semantic Data Integration in Cancer Studies. In: Rodrigues J.M.F. et al. (eds) Computational Science – ICCS 2019. ICCS 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11538. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-22744-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-22744-9_5), **IF= 1.36, SJR= 0.249, Q3 Citations: 2**
- [13] Zhelyazkova M, Yordanova R, Mihaylov I, Kirov S, Tsonev S, Danko D, Mason C, Vassilev D. Origin Sample Prediction and Spatial Modeling of Antimicrobial Resistance in Metagenomic Sequencing Data. *Front Genet.* 2021 Mar 4;12:642991. doi: 10.3389/fgene.2021.642991. PMID: 33763122; PMCID: PMC7983949. **IF= 4.27, SJR= 1.413, Q2 Citations: 1**

#### Докторантури

- [1] **Илиян Недков Михайлов**, *Интелигентни информационни системи в биоинформатиката: семантично интегриране, анализ и класификация на биомедицински данни* Факултет по математика и информатика, Софийски университет Св. Климент Охридски, **септември 2021**
- [2] Магистър **Симеон Абанос**, издържа приемен изпит и беше **зачислен редовна докторантура** към ФМИ, докторантска програма МІ 461 0402D "Информационни системи" (Бази от данни)р с **тема на дисертационната работа**: Моделиране и управление на бази от данни в електронното здравеопазване (**февруари 2021**)

#### Патент

H. Sabev, **I. Mihaylov**, and R. Rashidov, "Distributed persistent virtual machine pooling service," Patent: US10824461B2, Nov. 03, 2020.