

АНАЛІТИКА ВЕЛИКИХ ДАНИХ У СФЕРІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

© 2018 ЛАЗЕБНИК Ю. О.

УДК 311.21:004.65]:614.1
JEL Classification: C18; C80; I10

Лазебник Ю. О.

Аналітика великих даних у сфері охорони здоров'я

Особливу увагу приділено визначенню можливостей аналізу великих даних організаціями охорони здоров'я та вивченню потенційних переваг, які можуть бути отримані завдяки сучасному розумінню аналітики великих даних і способів інноваційного перетворення організацій в частині інформаційного забезпечення управління. Обґрунтовано, що застосування аналітики великих даних у сфері охорони здоров'я є одним із перспективних напрямів впровадження інноваційних підходів у соціальній сфері. З цією метою розглянуто різні складові аналітики великих даних, зокрема, описову та прогнозу аналітику. Проаналізовано кілька підходів до визначення можливостей впровадження аналітики великих даних. Визначено основні джерела великих даних і можливі напрями їх використання в системі охорони здоров'я. Виділено основні перешкоди, що стають на шляху повсюдно-го впровадження великих даних. Намічено шляхи підвищення ефективності аналітичних і прогнозних можливостей великих даних.

Ключові слова: великі дані, охорона здоров'я, аналітика великих даних, джерела великих даних, телемедицина, електронні медичні записи.

Табл.: 2. **Бібл.:** 27.

Лазебник Юлія Олександрівна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри статистики, обліку та аудиту, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна (пл. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

E-mail: yuliya_lazebnyk@ukr.net

ORCID: 0000-0002-2567-9764

Researcher ID: https://www.researchgate.net/profile/Yuliya_Lazebnyk

УДК 311.21:004.65]:614.1
JEL Classification: C18; C80; I10

Лазебник Ю. А. Аналитика больших данных в сфере здравоохранения

Особое внимание уделено определению возможностей анализа больших данных организациями здравоохранения и изучению потенциальных преимуществ, которые могут быть получены благодаря современному пониманию аналитики больших данных и способов инновационного превращения организаций в части информационного обеспечения управления. Обосновано, что применение аналитики больших данных в сфере здравоохранения является одним из перспективных направлений внедрения инновационных подходов в социальной сфере. С этой целью рассмотрены разные составляющие аналитики больших данных, в частности, описательная и прогнозная аналитика. Проанализировано несколько подходов к определению возможностей внедрения аналитики больших данных. Определены основные источники больших данных и возможные направления их использования в системе здравоохранения. Выделены основные препятствия, которые становятся на пути повсеместного внедрения больших данных. Намечены пути повышения эффективности аналитических и прогнозных возможностей больших данных.

Ключевые слова: большие данные, здравоохранение, аналитика больших данных, источники больших данных, телемедицина, электронные медицинские записи.

Табл.: 2. **Библ.:** 27.

Лазебник Юлія Олександрівна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри статистики, учета и аудита, Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина (пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина)

E-mail: yuliya_lazebnyk@ukr.net

ORCID: 0000-0002-2567-9764

Researcher ID: https://www.researchgate.net/profile/Yuliya_Lazebnyk

UDC 311.21:004.65]:614.1
JEL Classification: C18; C80; I10

Lazebnyk Iu. O. Big Data Analytics in Healthcare

Particular attention is paid to identifying possibilities for analyzing big data by healthcare organizations as well as to studying potential benefits that can be received due to the modern understanding of big data analytics and the ways for innovative transformation of organizations in terms of management information. It is substantiated that the use of big data analytics in the field of healthcare is one of the promising areas for the implementation of innovative approaches in the social sphere. For this purpose, various components of big data analytics are considered, in particular, descriptive and predictive analytics. Several approaches to identifying possibilities of introducing big data analytics are analyzed. The main sources of big data and possible directions of their use in the healthcare system are identified. The main obstacles that hinder widespread introduction of big data are highlighted. The ways to improve the efficiency of analytical and predictive capabilities of big data are outlined.

Keywords: big data, healthcare, big data analytics, big data sources, telemedicine, electronic medical records.

Tbl.: 2. **Bibl.:** 27.

Lazebnyk Iuliia O. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Statistics, Accounting and Auditing, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

E-mail: yuliya_lazebnyk@ukr.net

ORCID: 0000-0002-2567-9764

Researcher ID: https://www.researchgate.net/profile/Yuliya_Lazebnyk

Вступ. Великі дані являють собою величезну кількість різнопланової інформації, створеної шляхом оцифрування всього, що поширюється та аналізується за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій. Застосування аналітики великих даних у сфері охорони здоров'я має багато позитивних і життєво важливих результатів.

Інноваційні підходи до аналітики великих даних відкривають значні можливості проведення досліджень у галузі охорони здоров'я, а саме для впровадження інновацій у галузі лікування, розробки нових ліків, персоналізації медицини та оптимізації часу прийняття рішень щодо надання допомоги пацієнтам, що може знизити витрати та покращити результати лікування.

Мільйони доларів у світі було інвестовано у програми збору неосяжних обсягів статистичних даних, які часто є ізольованими та неспівставними. Національний інститут здоров'я США (National Institute of Health – NIH) реалізує ініціативу «All of Us», яка має на меті зібрати дані, такі як електронні медичні записи (картки) (Electronic Health or Medical Record – EHR), медичні знімки, соціально-поведінкові та екологічні дані, що стосуються мільйонів пацієнтів за найближчі кілька років [18].

Національним інститутом здоров'я США також підтримується система постійно діючої навчальної медичної допомоги задля подолання розриву між науковими відкриттями та клінічною практикою, залученням пацієнтів і клініцистів [15].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі наведено кілька підходів до можливостей впровадження аналітики великих даних. Б. Френкс, Дж. Гурвіц, А. Нугент, Ф. Хаплер, М. Кауфман обґрунтували, що аналітика великих даних – це здатність керувати величезним обсягом різноманітних даних, що дозволяє користувачам здійснювати на їх основі оцінювання необхідних процесів [1; 2; 11].

Б. Віксом, Б. Єн, М. Реліч вважають, що можливість аналізу великих даних для максимізації прибутковості бізнесу повинна базуватися на розумінні спроможності оперативного перетворювати вихідні дані на корисну інформацію та широко застосовувати можливість використання бізнес-аналітики на підприємстві [27]. На думку С. Лалаалле, Е. Лессера, М. Хопкінса, можливості адаптації аналітики великих даних доцільно розділити на три рівні: бажаний (aspirational), на основі досвіду (experienced) та трансформований (transformed) [14]. Перші два рівні аналітичних можливостей зосереджені на використанні технологій бізнес-аналітики для досягнення економії ресурсів та оптимізації операцій. Останній рівень можливостей спрямований на підвищення рентабельності бізнесу та здійснення цілеспрямованих інвестицій в аналіз.

Завдання, пов'язані з інформаційними технологіями (ІТ), такі як недостатня інтеграція систем охорони здоров'я та неефективне управління інформацією в галузі охорони здоров'я, серйозно ускладнюють зусилля, спрямовані на включення сектора ІТ у послуги сектора охорони здоров'я [10; 22].

Збільшення обсягу цифрової інформації, яка формується у сфері охорони здоров'я при все більш високих швидкостях і різноманітті, додає певних проблем та ускладнює процес аналітики. Наслідками є необґрунтоване збільшення

медичних витрат і часу на пацієнтів і постачальників медичних послуг. Таким чином, організації охорони здоров'я шукають ефективні інноваційні підходи, засновані на інформаційно-комунікаційних технологіях, які дозволять їм консолідувати організаційні ресурси, щоб забезпечити високу якість роботи з пацієнтами, покращити організаційні показники та, можливо, навіть створити нові більш ефективні бізнес-моделі, керовані даними [3; 7; 13].

Застосування аналітики великих даних у сфері охорони здоров'я є одним із перспективних напрямів впровадження інноваційних підходів у соціальній сфері. Поширення аналітики великих даних, що передбачає впровадження моделей бізнес-аналізу та систем підтримки прийняття рішень, дозволяють організаціям охорони здоров'я аналізувати величезний обсяг інформації, спиратися на різноманітність і швидкість передачі даних у широкому діапазоні напрямів розвитку системи охорони здоров'я для підтримки прийняття рішень на основі фактичних даних [19; 26].

Аналітика великих даних містить у собі різні складові, такі як описова та прогнозна аналітика, які ідеально підходять для аналізу великої частки текстових документів про охорону здоров'я та інших неструктурованих клінічних даних (наприклад, зауважень, рецептів лікаря та медичної візуалізації) [8]. Нові системи управління базами даних, такі як MongoDB, MarkLogic та Apache Cassandra для інтеграції та пошуку даних, дозволяють передавати дані між традиційними та новими операційними системами. Для зберігання величезного об'єму та різних форматів великих даних існують системи Apache HBase та NoSQL. Ці інструменти аналізу великих даних з широкими функціональними можливостями полегшують інтеграцію клінічної інформації та своєчасно надають результати аналізу для бізнесу, щоб допомогти організаціям охорони здоров'я задовольнити потреби пацієнтів та майбутніх ринкових тенденцій, а отже, покращити якість обслуговування та фінансові показники [12; 16; 25].

Технологічне розуміння аналітики великих даних було добре вивчено дослідниками в галузі комп'ютерних наук, такими як С. Вамба, С. Актер, А. Едвардс, Г. Чопін та ін. [24]. Проте медичні організації мають різне ставлення до великих даних. Т. Мердок та А. Детський визначили, що одна група медиків докладає значних зусиль, щоб отримати переваги від інвестицій в аналітику великих даних, сподіваючись на трансформацію медичних послуг, інша скептично ставиться до таких можливостей [16; 20]. У дослідженнях Дж. Кортада Д. Гордона обґрунтовано, що лише 42 % опитаних організацій охорони здоров'я використовують аналітичні підходи для підтримки процесу прийняття рішень; лише 16 % з них мають досвід використання аналітики в широкому діапазоні досліджень [5]. Р. Шарма визначає, що на практиці заклади охорони здоров'я ще не розуміють, наскільки аналітика великих даних може бути цінною для їх організації [21].

Тому існує нагальна потреба розкрити управлінський, економічний та стратегічний вплив аналітики «великих» даних і знати його потенційні переваги, отримані внаслідок використання аналітики великих даних. Це дозволить спеціалістам системи охорони здоров'я в Україні повністю використовувати широкі можливості аналізу даних.

Але у вітчизняній науковій літературі не вистачає комплексних досліджень, які акцентують увагу на статистичних аспектах використання аналітики великих даних в Україні.

Постановка завдання. Метою цього дослідження є визначення можливостей аналізу великих даних організаціями охорони здоров'я та вивчення потенційних переваг, які можуть бути отримані завдяки сучасному розумінню аналітики великих даних і способів інноваційного перетворення організацій в частині інформаційного забезпечення управління.

Викладення основного матеріалу. Однією з найбільших перешкод, що стоять на шляху до використання великих даних у медицині, є генерація медичних даних у ба-

гатьох джерелах, що регулюються різними організаціями, лікарнями та адміністративними відділеннями. Інтеграція цих джерел даних вимагає створення нової інфраструктури, де всі постачальники даних мають співпрацювати один з одним, а це є проблематичним. Не менш важливим є розроблення уніфікованих методологічних засад онлайн-звітності та відповідного програмного забезпечення, а також впровадження нової стратегії бізнес-аналітики медичних даних. Охорона здоров'я повинна наздогнати інші галузі, які вже перейшли від стандартних методів аналітики до більш орієнтованих на майбутнє, таких як предикативна аналітика, машинне навчання та розпізнавання образів.

В табл. 1 наведені джерела великих даних та можливі напрями їх використання в системі охорони здоров'я.

Таблиця 1

Джерела великих даних і напрями їх використання в системі охорони здоров'я

Характеристика джерела	Напрямок використання в системі охорони здоров'я
1	2
<i>Електронні медичні картки (записи) – Electronic Health Records – EHR</i>	
Це найпоширеніше джерело великих даних у медицині. Кожен пацієнт має свій власний електронний запис, який включає демографічні показники, історію хвороби, алергічні реакції, результати лабораторних досліджень тощо. Записи передаються через безпечні інформаційні канали та доступні для користувачів як з державного, так і з приватного секторів надання медичних послуг. Кожен запис складається з одного файлу, а це означає, що лікарі можуть вносити зміни з плином часу, не утворюючи проміжних документів і не дублюючи дані	Електронний медичний запис може також слугувати базою для надсилання попередження та нагадування необхідності та своєчасності виконання пацієнтом певних дій, наприклад, проходження профілактичних оглядів, необхідності здати та / або отримати лабораторний тест, відстежити рецепти, щоб побачити, чи дотримувався пацієнт призначень лікарів. Незважаючи на те, що EHR є прекрасною ідеєю, багато країн світу все ще знаходяться на шляху до її реалізації. В Європі найбільші досягнення у цій галузі має Естонія. Згідно з Програмою Європейської комісії, до 2020 року централізована європейська система охорони здоров'я повинна стати реальністю. У США 94 % лікарень приймають та опрацьовують EHR. У США повністю впроваджено систему під назвою HealthConnect, яка забезпечує обмін даними по всіх їх об'єктах та спрощує використання електронних медичних карток
<i>Система електронної передачі рецептів – Electronic Transfer of Prescriptions – ETP</i>	
Електронна передача рецептів (ETP) забезпечує доставку рецептурної інформації від особи, що має юридичне право назначати ліки (лікарем-терапевтом, вузькопрофільним спеціалістом, стоматологом, тощо), до фармацевтичних агенцій за допомогою електронної системи	ETP дозволяє передавати рецептурну інформацію електронним способом між системами призначення (лікарями-медиками) та аптекою, що робить виписування та розподіл ліків безпечнішим і зручнішим для пацієнтів. Використання електронних процедур призначення препаратів підвищує точність і забезпечує контроль дозування препаратів, зменшує кількість помилок, які можуть виникати з нечітких паперових рецептів. Електронна передача рецепта (ETP) дозволяє лікарям оптимізувати видачу рецептів і полегшує пацієнтам пошук ліків. ETP залишає цифрові сліди медикаментозного лікування, які аналізуються системою аудиту. ETP є важливим кроком у напрямку впровадження системи електронної охорони здоров'я та вдосконалення управління призначенням лікарських засобів
<i>Електронні записи бронювання відвідувань лікувально-профілактичних медичних закладів (Electronic Appointment Booking)</i>	
Система електронного бронювання відвідування лікаря дозволяє пацієнту вибрати місце, дату та час першого амбулаторного візиту до лікаря та автоматизує процес, за допомогою якого пацієнт направляє на спеціалізовану допомогу	Система електронних записів бронювання відвідувань медичних закладів дозволяє пацієнтам забронювати відвідування по телефону або через Інтернет, таким чином, щоб це було найбільш зручним для них. Системи електронного бронювання можуть існувати як окремі програми, а також в інтегрованому середовищі як вбудовані в такі системи, як портали пацієнта, програми самообслуговування та особисті медичні записи
<i>Електронні записи щодо відвідування пацієнтами лікувально-профілактичних медичних закладів</i>	
Електронні записи щодо відвідування пацієнтами лікарень та інших медичних закладів є ключовим аспектом розвитку системи охорони здоров'я. Одним із ключових наборів даних є щоденні записи про госпіталізацію, які можуть бути зібрані та проаналізовані з використанням	Важливим напрямом використання великих даних у сфері охорони здоров'я є оптимізація штату медичного закладу. Ця класична проблема стоїть перед будь-яким менеджером: скільки пацієнтів приходить на одиницю персоналу у будь-який певний період часу? Якщо буде надто багато працівників, є ризик непотрібних витрат на оплату праці, якщо ж надто мало – може знизитись якість обслуговування клієнтів, а це, своєю чергою, може бути фатальним для пацієнтів.

1	2
<p>методів аналізу часових рядів. Ці дані дозволяють дослідникам побудувати моделі прийому пацієнтів, а потім із використанням машинного навчання знайти найбільш точні алгоритми, які спрогнозують майбутні тенденції звернення пацієнтів</p>	<p>Великі дані допомагають вирішити цю проблему, принаймні, в декількох лікарнях Парижу. У статті Форбс надається інформація про те, як чотири лікарні, що входять до системи медичної допомоги, використовують дані з різних джерел, щоб скласти щоденні та погодинні прогнози відносно кількості пацієнтів, що очікуються у кожній лікарні.</p> <p>Другий важливий напрям використання даних щодо відвідання пацієнтами лікарень та інших медичних закладів – це спосіб запобігання зайвим (непотрібним) відвідуванням. Можливо заощадити час, гроші та енергію, використовуючи аналітику великих даних для охорони здоров'я.</p> <p>Ще один напрям, коли доцільне застосування записів відвідування пацієнтів, полягає у тому, що у минулому лікарні без PreManage ED повторювали лабораторні тести багато разів, у зв'язку з відсутністю єдиної медичної бази даних пацієнтів</p>
<i>Телемедицина (Telemedicine)</i>	
<p>Телемедицина передбачає обмін медичною інформацією віддалених клінічних служб за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій та відповідних записів.</p> <p>Телемедицина вже більше 40 років присутня на ринку, але тільки сьогодні, з приходом онлайн-відеоконференцій, смартфонів, бездротових пристроїв та носіїв вона має змогу поширення</p>	<p>Телемедицина використовується для первинних консультацій та початкової діагностики, дистанційного моніторингу пацієнтів та спеціальної освіти медичних працівників. Деякі більш конкретні цілі застосування охоплюють телехірургію – лікарі можуть виконувати операції з використанням роботів і високошвидкісної передачі даних у режимі реального часу без фізичного перебування в одному місці з пацієнтом.</p> <p>Клініцисти використовують телемедицину для надання індивідуального лікування та запобігання госпіталізації чи повторному прийому. Таке використання аналітики даних охорони здоров'я може бути пов'язане з використанням прогнозової аналітики. Це дозволяє клініцистам заздалегідь передбачати загострення хвороб і запобігати погіршенню стану пацієнта.</p> <p>Телемедицина допомагає зменшити витрати та підвищити якість обслуговування пацієнтів, що знаходяться на відстані від лікарень. Пацієнти можуть уникати черг, а лікарі не витрачати час на непотрібні консультації та оформлення документів.</p> <p>Телемедицина також покращує доступність догляду, оскільки стан пацієнтів може контролюватися та консультуватися будь-де та будь-коли</p>
<i>Медична візуалізація (Medical Imaging)</i>	
<p>Медична візуалізація є життєво важливою. Наприклад, щороку у США здійснюється близько 600 млн процедур обробки зображень (переважно рентгенологічних). Аналіз і зберігання цих зображень вручну потребує витрат, як у часі, так і в фінансовому плані: рентгенологам потрібно аналізувати кожне зображення окремо, а лікарні повинні зберігати їх протягом декількох років</p>	<p>Інтеграція великих даних із медичною візуалізацією. Застосування інноваційних методів аналізу великих даних для охорони здоров'я може змінити спосіб розпізнавання медичних зображень: розроблені алгоритми, що аналізують сотні тисяч зображень, можуть ідентифікувати конкретні шаблони в пікселях та перетворити їх на ряд, щоб допомогти лікареві з діагнозом.</p> <p>Може виявитися можливим, що рентгенологам більше не доведеться аналізувати зображення, а натомість зіставляти результати реалізації алгоритмів, які неминуче будуть вивчати і запам'ятовувати більше зображень, ніж можуть лікарі протягом усього життя. Це, безсумнівно, вплине на роль рентгенологів, їх освіту та необхідну кваліфікацію</p>
<i>Інформація з датчиків</i>	
<p>Інформація з датчиків є джерелом великих даних, яке дозволяє сформувати систему спостереження за станом пацієнтів і навколишнім середовищем в реальному часі. Прикладами інформації з датчиків є особисті аналітичні пристрої, кліматичні датчики, супутникові зображення, дорожні датчики тощо.</p> <p>Багато споживачів послуг, отже, і потенційних пацієнтів, зацікавлені в розумних пристроях, які постійно фіксують життєвоважливі показники, частоту серцевих скорочень, спальні звички тощо</p>	<p>Особисті аналітичні пристрої, які вже використовують бізнес-аналітики, можуть стати частиною нової стратегії, що передбачає постійний збір даних про здоров'я пацієнтів і надсилання цих даних у хмару задля сповіщення в режимі реального часу. Вся ця важлива інформація може бути поєднана з іншими даними, щоб визначити потенційні ризики для здоров'я. Хронічне безсоння та підвищена частота серцевих скорочень можуть сигналізувати про ризик майбутніх захворювань серця. Пацієнти безпосередньо беруть участь у моніторингу свого власного здоров'я, а стимули від організації з медичного страхування можуть змусити їх вести здоровий спосіб життя та підвищити рівень зацікавленості пацієнтів (наприклад, повертати гроші людям, які використовують смарт-годинники).</p> <p>Пацієнти, що страждають на астму чи артеріальний тиск, можуть отримати користь від цього і стати трохи більш незалежними, зменшити непотрібні відвідування лікаря. Наприклад, якщо артеріальний тиск пацієнта підвищується, система надсилатиме своєчасне сповіщення до лікаря, який вживатиме заходів для зв'язку з пацієнтом і здійснення заходів для зниження тиску.</p>

Закінчення табл. 1

1	2
	У лікарнях програмне забезпечення для клінічних діагнозів аналізує масивний потік даних і реагує на тривожні повідомлення, надаючи рекомендації лікарям-медикам, для прийняття належних рішень. Лікарі прагнуть до того, щоб пацієнти зверталися до лікарень якомога рідше, запобігаючи дорогим процедурам. Крім того, ця інформація буде доступна в базі даних про стан здоров'я населення, яка дозволить лікарям порівнювати ці дані в соціально-економічному контексті, а отже, змінювати стратегії лікування

Джерело: сформовано автором на основі [3–27]

У сучасному світі обсяги даних, що фіксуються у біологічних експериментах та процедурах звичайної медичної допомоги, зростають безпрецедентними темпами [6]. Ці дані відкрили нові напрями в дослідженнях охорони здоров'я, у галузі технологій, управління та поширенні знань. Було розроблено кілька ініціатив, спрямованих на побудову спе-

цифічних систем для вирішення проблеми аналізу різних типів даних, наприклад, інтегрованих електронних медичних записів (EHR) [9; 17; 23], даних щодо страхових випадків тощо.

В табл. 2 наведено напрями комплексного використання різних джерел великих даних.

Таблиця 2

Напрями комплексного використання різних джерел «великих» даних

Напря́м	Характеристика
1	2
Формування профілю споживача медичних послуг задля запобігання зловживанням опіоїдами та алкоголем (Prevent Opioid Abuse In The US)	Вчені даних Blue Cross Blue Shield почали працювати з експертами з аналізу Fuzzy Logix для вирішення проблеми зловживанням опіоїдами. Використовуючи багаторічні страхові та фармацевтичні дані, аналітики Fuzzy Logix змогли визначити 742 фактори ризику, які передбачають з високим ступенем точності, чи є хтось під загрозою зловживання опіоїдами. Для того щоб охопити людей, визначених у групі підвищеного ризику, та допомогти їм вирішити проблему наркотиків, доцільно використовувати багаторічні страхові та фармацевтичні дані. Цей проект надає певну надію на пом'якшення проблеми, яка руйнує життя багатьох людей і досить дорого коштує державі
Використання медичних даних для інформування про стратегічне планування (Using Health Data For Informed Strategic Planning)	Використання великих даних у галузі охорони здоров'я дає можливість стратегічного планування завдяки кращому розумінню мотивації людей. Фахівці можуть аналізувати результати перевірки серед людей у різних демографічних групах і визначати, які фактори перешкоджають людям почати лікування. Наприклад, Університет штату Флорида використовував Карти Google та безкоштовні дані громадського здоров'я для підготовки звітів, націлених на вирішення численних проблем, таких як зростання населення та хронічні захворювання. Згодом науковці порівняли ці дані з наявністю медичних послуг у більшості проблемних областей. Проведений аналіз дозволив їм переглянути свою стратегію надання медичних послуг і додати більше підрозділів для догляду до найбільш проблемних областей
Прогнозна аналітика в охороні здоров'я (Predictive Analytics In Healthcare)	В останні роки прогностичну аналітику визнано одним із найбільших перспективних напрямків розвитку бізнес-аналітики. Optum Labs, американська наукова організація, збирила EHR понад 30 мільйонів пацієнтів для створення бази даних з метою запровадження інструментів інтелектуальної аналітики, які поліпшать можливість прийняття рішень у лікуванні. Мета медичної бізнес-аналітики полягає в тому, щоб допомогти лікарям приймати рішення, керовані інформацією протягом декількох секунд, і покращити швидкість і якість лікування пацієнтів. Це особливо корисно у випадку зі складними медичними історіями, які страждають різними сполученнями хвороб. Нові інструменти також зможуть прогнозувати, наприклад, тих, хто знаходиться під загрозою діабету, і тому рекомендуватимуть використовувати додаткові обстеження або регулювання ваги
Узагальнення світового (регіонального) досвіду лікування складних захворювань	Медичні дослідники можуть використовувати великі дані про хід лікування та відновлення пацієнтів з онкологічними захворюваннями, щоб знайти тенденції та методи лікування, які мають найвищі показники успіху в реальному світі. Наприклад, дослідники можуть вивчати зразки пухлини в біобанках, які пов'язані з записами про лікування хворого. Використовуючи ці дані, дослідники можуть бачити такі речі, як певні мутації та ракові білки взаємодіють з різними методами лікування та виявляють тенденції, які призведуть до кращих результатів лікування пацієнтів. Такі дані також можуть призвести до несподіваних переваг, таких як виявлення того, що, наприклад препарат десіпримін, який є антидепресантом, має здатність допомагати вилікувати певні види раку легенів.

1	2
	<p>Для того щоб зробити таку інформацію доступною, необхідно підключити бази даних пацієнтів з різних установ, таких як лікарні, університети та некомерційні організації. Тоді, наприклад, дослідники могли б отримати доступ до результатів аналізів біопсії пацієнтів з інших установ. Ще одним потенційним випадком використання буде генетична послідовність зразків ракових тканин пацієнтів із клінічних випробувань та доступ до цих даних для широкої ракової бази даних.</p> <p>Проте, як стверджує компанія Fast Company, існують прецеденти для обговорення таких типів проблем: «... Національний інститут здоров'я США (NIH) підключив декілька лікарень та університетів до формування мережі орфанних або «Недіагностованих хвороб», які супроводжуються надзвичайно рідкісними станами (наприклад, пацієнтів, яких у світі є лише півдюжини), для яких кожен пацієнт є скарбом для дослідження»</p>
Зменшення шахрайства та підвищення безпеки (Reduce Fraud And Enhance Security)	<p>Дослідження показали, що в цій галузі на 200 % частіше відбувається порушення конфіденційності даних, ніж у будь-якій іншій галузі. Причина проста: особисті дані надзвичайно цінні і коштовні на чорних ринках. Будь-який витік інформації матиме драматичні наслідки. Маючи це на увазі, багато організацій почали використовувати послуги аналітиків, для запобігання загрозам безпеки, визначаючи зміни в мережевому трафіку або будь-яку іншу поведінку, яка відображає кібератаку. Звичайно, великі дані мають власні проблеми безпеки, і багато хто вважає, що їх використання зробить організації більш вразливими. Але досягнення в галузі безпеки, такі як технології шифрування, брандмауери, антивірусне програмне забезпечення та інше, відповідають потребам безпеки, а переваги значною мірою поглинають ризики.</p> <p>Аналітика великих даних може допомогти уникнути шахрайства та неточних претензій системним, повторюваним способом. Наприклад, аналітика допомагає спростити процес обробки страхових позовів, що дозволяє пацієнтам скоротити час на отримання покриття страхових випадків, а страховим компаніям уникнути шахрайства. Так, Центри для Medicare та Medicaid Services заявили, що за рік вони заощадили більше 210,7 мільйонів доларів</p>

Джерело: сформовано автором на основі [3–27]

Для реалізації аналітики великих даних органи охорони здоров'я повинні подолати певні серйозні технологічні й організаційні проблеми. Слід зауважити, що існує багато перешкод на шляху повсюдного впровадження великих даних, уттому числі:

- несумісні системи даних є, мабуть, найбільшим технічним викликом, тому що створення наборів даних, здатних взаємодіяти один з одним, – надзвичайно складне питання;
- правові питання, пов'язані з доступом до джерел даних. У державах світу існують різні закони, які визначають, якою інформацією стосовно пацієнтів можуть користуватися фахівці;
- питання дотримання недоторканності приватного життя, пов'язані з питаннями конфіденційності пацієнтів, зокрема, з питаннями, що відносяться до первинного і повторного використання даних, об'єднання даних і реідентифікації;
- приватні обмеження. Простіше кажучи, установи, які витрачають багато часу та грошей на розробку власного набору даних про рак, не прагнуть поділитися з іншими людьми, навіть якщо це може привести до лікування набагато швидше;
- методологічні питання, що включають міркування якості та вибору методів аналізу даних;
- питання безпеки, інформаційних технологій і управління даними, у тому числі новітні методи поширення даних, оцінки прийнятності «хмарних» обчислень і зберігання, а також аналізу витрат і результатів.

Висновки. Аналітика великих даних має значний потенціал для внесення кардинальних змін у надання медичних послуг і сприяє зменшенню витрат на охорону здоров'я, скороченню кількості повторних прийомів до лікарів, цільовому втручанню для зменшення кількості випадків виникнення надзвичайних ситуацій, виведення пацієнтів з надзвичайних ситуацій, запобігання несприятливим наслідкам лікарських засобів тощо [4]. Передумова успішної реалізації аналітики великих даних полягає в тому, що цільові організації охорони здоров'я мають сприяти розвитку культури обміну інформацією. Це має вирішальне значення для спрощення процедури розроблення та впровадження нових систем управління медичною інформацією. Без культури обміну інформацією збирання та доставка даних будуть обмеженими, що матиме негативний вплив на ефективність аналітичних і прогностичних можливостей великих даних. Щоб вирішити це питання, організації охорони здоров'я повинні залучати постачальників даних з самого раннього етапу складного процесу передачі даних та розробляти політику, яка заохочує їх до збору даних, що має базуватися на відповідних міжнародних стандартах. Це значно покращить якість даних і точність аналізу і прогнозування.

З постійно зростаючою кількістю різноманітних і неструктурованих даних існує нагальна потреба в поширенні сучасних аналітичних методів, які дозволяють комп'ютерам у великій кількості неструктурованих даних виявляти фрагменти, що становлять інтерес для аналітика. Таким чином, постає гостра потреба у наукових дослідженнях для розроблення ефективних аналітичних алгоритмів та програм для аналізу неструктурованих даних.

У подальших дослідженнях слід проаналізувати навички статистиків-аналітиків та аналітичний персонал у рамках побудови інформаційної системи аналізу великих даних у сфері охорони здоров'я.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фрэнкс Б. Революция в аналитике. Как в эпоху Big Data улучшить ваш бизнес с помощью операционной аналитики. М. : Альпина Паблшер, 2016. 316 с.
2. Фрэнкс Б. Укрощение больших данных: Как извлекать знания из массивов информации с помощью глубокой аналитики. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014. 352 с.
3. Agarwal R., Gao G., DesRoches C., Jha A. Research commentary – the digital transformation of healthcare: current status and the road ahead. *Information Systems Research*. 2010. Vol. 21 (4). P. 796–809. URL: <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/isre.1100.0327?journalCode=isre> doi.org/10.1287/isre.1100.0327
4. Bates D., Saria S., Ohno-Machado L., Shah A., Escobar G. Big data in health care: using analytics to identify and manage high-risk and high-cost patients. *Health Affairs*. 2014. Vol. 33 (7). P. 1123–1131. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25006137>
5. Cortada J., Gordon D., Lenihan B. The Value of Analytics in Healthcare: From Insights to Outcomes // IBM Global Business Services, Somers, NY, 2012. URL: <https://www-935.ibm.com/services/us/gbs/thoughtleadership/ibv-healthcare-analytics.html>
6. Eisenstein M. Big data: The power of petabytes. *Nature*. 2015. Vol. 527 (7576). S. 2–4. URL: <https://www.nature.com/articles/52752a>
7. Goh J., Gao G., Agarwal R. Evolving work routines: adaptive routinization of information technology in healthcare. *Information Systems Research*. 2011. Vol. 22 (3). P. 565–585 URL: <https://trove.nla.gov.au/work/184553616?q&versionId=200988217>
8. Groves P., Kayyali B., Knott D., Kuiken S. The “Big Data” Revolution in Healthcare: Accelerating Value and Innovation. McKinsey & Company, 2013. URL: https://www.ghdonline.org/uploads/Big_Data_Revolution_in_health_care_2013_McKinsey_Report.pdf
9. Hall J., Ryan J., Bray B., Brown C., Lanfear D. et al. Merging electronic health record data and genomics for cardiovascular research a science advisory from the American Heart Association. *Circulation: Cardiovascular Genetics*. 2016. Vol. 9 (2). P. 193–202. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5646218/>
10. Herrick D., Gorman L., Goodman J. Health Information Technology: Benefits and Problems // National Center for Policy Analysis, Dallas, Texas, 2010. URL: <http://www.ncpathinktank.org/pdfs/st327.pdf>
11. Hurwitz J., Nugent A., Hapler F., Kaufman M. Big Data for Dummies. New Jersey : John Wiley & Sons, Hoboken, 2013. URL: <https://eecs.wsu.edu/~yinghui/mat/courses/fall%202015/resources/Big%20data%20for%20dummies.pdf>
12. Jiang P., Winkley J., Zhao C., Munnoch R., Min G. et al. An intelligent information forwarder for healthcare big data systems with distributed wearable sensors // Syst. J. IEEE, 2014. P. 1–9. URL: https://www.researchgate.net/publication/269949824_An_Intelligent_Information_Forwarder_for_Healthcare_Big_Data_Systems_With_Distributed_Wearable_Sensors
13. Ker J., Wang Y., Hajji M., Song J., Ker C. Deploying lean in healthcare: evaluating information technology effectiveness in US hospital pharmacies. *Int. J. Inf. Manag.* 2014. Vol. 34 (4). P. 556–560. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401214000371>
14. LaLalle S., Lesser E., Shockley R., Hopkins M., Kruschwitz N. Big data, analytics and the path from insights to value. *MIT Sloan Manag. Rev.* 2011. Vol. 52 (2). P. 21–31. URL: <http://www.tivanguard.com/realtime/bigdata.pdf>
15. McGinnis J., Stuckhardt L., Saunders R., Smith M. et al. Best care at lower cost: the path to continuously learning health care in America // National Academies Press, 2013. URL: <http://medecon.pbworks.com/w/file/58367928/Best%20Care%20at%20Lower%20Cost.pdf>
16. Murdoch T. B., Detsky A. S. The inevitable application of big data to health care. *J. Am. Med. Assoc.* 2013. Vol. 309 (13). P. 1351–1352. URL: <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/1674245>
17. Murphy S., Wilcox A. Mission and sustainability of informatics for integrating biology and the bedside (i2b2) eGEMS. *Generating Evidence Methods to improve patient outcomes*. 2014. Vol. 2 (2), P. 7. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4371505/>
18. National Institute of Health, 2017. URL: <https://www.nih.gov/research-training/allofus-research-program>
19. Raghupathi W., Raghupathi V. Big data analytics in healthcare: promise and potential. *Health Inf. Sci. Syst.* 2014. Vol. 2 (1). P. 3. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4341817/>
20. Shah N., Pathak J. Why health care may finally be ready for big data // Harvard Business Review. URL: <https://hbr.org/2014/12/why-health-care-may-finally-be-ready-for-big-data>
21. Sharma R., Mithas S., Kankanhalli A. Transforming decision-making processes: a research agenda for understanding the impact of business analytics on organisations. *Eur. J. Inf. Syst.* 2014. Vol. 23 (4). P. 433–441. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1057/ejis.2014.17>
22. Transforming Health Care Delivery: Why It Matters and What Will it Take // Grantmakers In Health, Washington, DC, 2012. <https://www.gih.org/files/FileDownloads/Transforming%20Health%20Care%20Delivery%20Primer%20March%202012.pdf>
23. Van Essen D., Smith S., Barch D., Behrens T., Yacoub E., Ugurbil K. The wu-minn human connectome project: an overview. *Neuroimage*. 2013. Vol. 80. P. 62–79. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3724347/>
24. Wamba S., Akter S., Edwards A., Chopin G., Gnanzou D. How ‘big data’ can make big impact: findings from a systematic review and a longitudinal case study. *Int. J. Prod. Econ.* 2015. Vol. 165. P. 234–246.
25. Wang Y., Kung L., Wang Y., Cegielski C. Developing IT-enabled transformation model: the case of big data in healthcare Proceedings of 35th International Conference on Information Systems (ICIS), Auckland, New Zealand, 2014.
26. Watson H. J. Tutorial: big data analytics: concepts, technologies, and applications. *Commun. Assoc. Inf. Syst.* 2014. Vol. 34 (1). P. 1247–1268. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84899814530&origin=inward&txGid=473a6c46e25dfa62a38b801dea032607>
27. Wixom B., Yen B., Relich M. Maximizing value from business analytics. *MIS Q. Exec.* 2013. Vol. 12 (2). P. 111–123. URL: <https://www.econbiz.de/Record/maximizing-value-from-business-analytics-wixom-barbara/10010160191>

REFERENCES

Agarwal, R. et al. “Research commentary - the digital transformation of healthcare: current status and the road ahead” Informa-

- tion Systems Research. 2010. <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/isre.1100.0327?journalCode=isre>. doi.org/10.1287/isre.1100.0327
- Bates, D. et al. "Big data in health care: using analytics to identify and manage high-risk and high-cost patients". Health Affairs. 2014. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25006137>
- Cortada, J., Gordon, D., and Lenihan, B. "The Value of Analytics in Healthcare: From Insights to Outcomes". IBM Global Business Services, Somers, NY, 2012. <https://www-935.ibm.com/services/us/gbs/thoughtleadership/ibv-healthcare-analytics.html>
- Eisenstein, M. "Big data: The power of petabytes". Nature. 2015. <https://www.nature.com/articles/52752a>
- Frenks, B. *Revolutsiya v analitike. Kak v epokhu Big Data uluchshit vash biznes s pomoshchyu operatsionnoy analitiki* [Revolution in analytics. How to improve your business in the era of Big Data with operational analytics]. Moscow: Alpina Publisher, 2016.
- Frenks, B. *Ukroshcheniye bolshikh dannykh: Kak izvlekat znaniya iz massivov informatsii s pomoshchyu glubokoy analitiki* [The taming of big data: How to extract knowledge from arrays of information using deep analytics]. Moscow: Mann, 2014.
- Goh, J., Gao, G., and Agarwal, R. "Evolving work routines: adaptive routinization of information technology in healthcare". Information Systems Research. 2011. <https://trove.nla.gov.au/work/184553616?q&versionId=200988217>
- Groves, P. et al. "The "Big Data" Revolution in Healthcare: Accelerating Value and Innovation". McKinsey & Company, 2013. https://www.ghdonline.org/uploads/Big_Data_Revolution_in_health_care_2013_McKinsey_Report.pdf
- Hall, J. et al. "Merging electronic health record data and genomics for cardiovascular research a science advisory from the American Heart Association". Circulation: Cardiovascular Genetics. 2016. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5646218/>
- Herrick, D., Gorman, L., and Goodman, J. "Health Information Technology: Benefits and Problems". National Center for Policy Analysis, Dallas, Texas, 2010. <http://www.ncpathinktank.org/pdfs/st327.pdf>
- Hurwitz, J. et al. "Big Data for Dummies". New Jersey: John Wiley & Sons, Hoboken, 2013. <https://eecs.wsu.edu/~yinghui/mat/courses/fall%202015/resources/Big%20data%20for%20dummies.pdf>
- Jiang, P. et al. "An intelligent information forwarder for healthcare big data systems with distributed wearable sensors". Syst. J. IEEE, 2014. https://www.researchgate.net/publication/269949824_An_Intelligent_Information_Forwarder_for_Healthcare_Big_Data_Systems_With_Distributed_Wearable_Sensors
- Ker, J. et al. "Deploying lean in healthcare: evaluating information technology effectiveness in US hospital pharmacies". Int. J. Inf. Manag. 2014. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401214000371>
- LaLalle, S. et al. "Big data, analytics and the path from insights to value". MIT Sloan Manag. Rev. 2011. <http://www.tttivanguard.com/realtime/bigdata.pdf>
- McGinnis, J. et al. "Best care at lower cost: the path to continuously learning health care in America". National Academies Press, 2013. <http://medecon.pbworks.com/w/file/attach/58367928/Best%20Care%20at%20Lower%20Cost.pdf>
- Murdoch, T. B., and Detsky, A. S. "The inevitable application of big data to health care". J. Am. Med. Assoc. 2013. <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/1674245>
- Murphy, S., and Wilcox, A. "Mission and sustainability of informatics for integrating biology and the bedside (i2b2) eGEMs". Generating Evidence Methods to improve patient outcomes. 2014. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4371505/>
- National Institute of Health, 2017. <https://www.nih.gov/research-training/all-of-us-research-program>
- Raghupathi, W., and Raghupathi, V. "Big data analytics in healthcare: promise and potential". Health Inf. Sci. Syst. 2014. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4341817/>
- Shah, N., and Pathak, J. "Why health care may finally be ready for big data". Harvard Business Review. <https://hbr.org/2014/12/why-health-care-may-finally-be-ready-for-big-data>
- Sharma, R., Mithas, S., and Kankanhalli, A. "Transforming decision-making processes: a research agenda for understanding the impact of business analytics on organisations". Eur. J. Inf. Syst. 2014. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1057/ejis.2014.17>
- "Transforming Health Care Delivery: Why It Matters and What Will it Take". Grantmakers In Health, Washington, DC, 2012. <https://www.gih.org/files/FileDownloads/Transforming%20Health%20Care%20Delivery%20Primer%20March%202012.pdf>
- Van Essen, D. "The wu-minn human connectome project: an overview". Neuroimage. 2013. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3724347/>
- Wamba, S. et al. "How 'big data' can make big impact: findings from a systematic review and a longitudinal case study". Int. J. Prod. Econ., vol. 165 (2015): 234-246.
- Wang, Y. et al. "Developing IT-enabled transformation model: the case of big data in healthcare". Proceedings of 35th International Conference on Information Systems (ICIS). Auckland, New Zealand, 2014.
- Watson, H. J. "Tutorial: big data analytics: concepts, technologies, and applications". Commun. Assoc. Inf. Syst. 2014. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84899814530&origin=inward&txGid=473a6c46e25dfa62a38b801dea032607>
- Wixom, B., Yen, B., and Relich, M. "Maximizing value from business analytics". MIS Q. Exec. 2013. <https://www.econbiz.de/Record/maximizing-value-from-business-analytics-wixom-barbara/10010160191>