

УДК 001:004.7

DOI: 10.25045/jpis.v12.i1.12

Вердиева Н.Н.Институт Информационных Технологий НАНА, г. Баку, Азербайджан
depart3@iit.science.az**ВЗАИМОСВЯЗЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГРАЖДАНСКОЙ НАУКИ И ВОЛОНТЕРСКОГО ДВИЖЕНИЯ**

Поступила: 21.11.2020.

Исправлена: 23.12.2020.

Принята: 29.12.2020.

Статья посвящена вопросам взаимосвязи и перспектив развития гражданской науки (ГН) и волонтерского движения. Отмечены характерные особенности ГН и волонтерского движения. Рассмотрено нынешнее состояние волонтерского движения в разных странах, в том числе и в Азербайджане. Исследована польза волонтерской деятельности как для общества в целом, так и для развития ГН в частности. Исследованы работы в соответствующей сфере. Изучена роль современных информационных технологий во взаимосвязи волонтерского движения с ГН и их совместном развитии. Рассмотрена роль технологий Industry 4.0, таких, как киберфизические системы, интернет вещей, облачные вычисления и граничные вычисления, в развитии волонтерского движения и ГН. Показаны перспективы развития ГН и волонтерского движения в связи с применением последних достижений в области ИКТ. При написании статьи использованы методы научного анализа, обобщения результатов и системного подхода к решению проблем по теме. Результаты исследований могут быть использованы для развития ГН, обеспечения инклюзивного участия в ГН, а также применения современных технологий в этих целях.

Ключевые слова: э-наука, гражданская наука, волонтерское движение, ИКТ, Industry 4.0, киберфизические системы, интернет вещей, облачные вычисления, граничные вычисления, гражданская обсерватория.

Введение

Возникновение и развитие науки началось с примитивной общинной структуры и продолжается до наших дней. С развитием сознания первобытного человека постепенно формировались и знания. На разных этапах информационных и индустриальных революций развивались новые знания, новые области науки, а это тоже положительно влияло на развитие науки в целом. Со временем появилась необходимость в передаче этих знаний людям – так появились зачатки первого образования. Граждане были участниками этого процесса.

Развитие науки всегда было связано с волонтерством. В последние годы быстрое развитие информационных технологий, создание Интернета, последняя стадия индустриальной революции – Industry 4.0 привели к развитию этой области. Развитие э-науки и участие волонтеров в научном процессе привели к развитию ГН как самостоятельной области науки. В статье исследованы взаимосвязь ГН с волонтерским движением и актуальные перспективы развития ГН на фоне волонтерского движения. Статья может быть актуальна не только для ученых, занимающихся традиционной наукой, но и для обычных граждан, которые заинтересованы во внесении значительного вклада в ГН.

Формирование гражданской науки

Гражданская наука характеризуется количественными измерениями и наблюдениями в широком диапазоне пространства и времени, сбором больших объемов данных, участием большого количества волонтеров в сборе данных в открытых естественных условиях, отсутствием финансирования, сбором данных онлайн, предоставлением хорошо разработанных механизмов, вспомогательных материалов и профессиональной помощи для поддержки исследований и т.д. [1]. В традиционной э-науке в процессе работы ученые

сталкиваются с различными форматами данных. Это могут быть графические, цифровые, а также слишком большие объемы данных, с которыми становится трудно работать. Поэтому в век ИКТ, когда Big Data является одной из основных технологических и экономических тенденций в мире, к научному процессу также привлекаются обычные граждане. Применение ИКТ в ГН позволяет многочисленным гражданам активно участвовать в научной деятельности. Сотрудничество между учеными и гражданскими учеными может расширить сферу исследований и повысить возможности сбора научных данных.

ГН формируется в результате участия граждан в науке и взаимного научного сотрудничества посредством онлайн-среды. Наряду с быстрым увеличением количества инициатив ГН также наблюдается расширение сферы деятельности проектов гражданской науки. Например, в базе данных организации SciStarter, избравшей слоган «Наука, которую мы можем делать вместе», есть более 1600 проектов ГН и зарегистрировано свыше 100 000 волонтеров. Каждый день миллионы граждан-ученых участвуют в различных исследованиях для того, чтобы поддержать современные мировые цели [2].

Проекты ГН создаются членами общества и объединяются по всеобщим проблемам, таким, как загрязнение воздуха, разрушение окружающей среды и т.д.

В XIX веке научные исследования не ограничивались учеными. В них также участвовали волонтеры – граждане, любящие науку, особенно те, кого интересовало биологическое разнообразие нашей планеты. Но количественный взрыв исследовательских проектов с участием обычных граждан произошел именно в последние годы.

По сравнению с волонтерами XIX века современные гражданские ученые пользуются преимуществами доступа к информации, коммуникационным технологиям в Интернете и возможностями краудсорсинга [3].

Сущность и характеристика волонтерской деятельности

Слово «волонтерство» произошло от существительного «волонтер», означающего «тот, кто предлагает себя на военную службу», от среднефранцузского *voluntaire* [4]. Первоначально волонтерами называли исключительно солдат-добровольцев [5]. В ином значении это слово впервые было употреблено в 30-х годах XVII века. В наше время слово «волонтерство» совпадает с фразой «служить обществу» [6].

Волонтерство – это наиболее успешный формат совместной деятельности граждан и ученых, объединяющий их вокруг общей цели. Это уникальный способ самовыражения – самореализации, саморазвития, формирования личной инициативы, гражданской ответственности, лидерских качеств личности. Волонтерство также является школой патриотизма, примером приверженности и служения своему народу, государственным, национальным и духовным ценностям.

Волонтеры – люди всех возрастов и профессий из разных сфер и слоев общества. Волонтерство очень полезно как для личного роста, так и для общества в целом. Будучи волонтером, любой человек может приобрести опыт и знания в той области, в которой он хотел бы в дальнейшем трудиться. В результате осуществления этой деятельности легче оценить, насколько она соответствует интересам и склонностям соискателя. Волонтер получает доступ к служебным источникам информации, что позволяет глубже изучить структуру и деятельность интересующей его организации. Многие волонтеры получают от работы моральное удовлетворение, чувство самоуважения и уверенности в себе. Волонтерство также расширяет круг общения и создает возможности для полезных знакомств, что может способствовать эффективному сотрудничеству в научных исследованиях.

На индивидуальном уровне волонтерская деятельность может помочь людям преодолеть чувство личной изоляции и снижение самооценки. Волонтеры вступают в контакт с другими людьми лицом к лицу или все чаще онлайн, при обстоятельствах, которые могут помочь усилить чувство принадлежности и участия. Волонтерство снижает

жизненные стрессы и борется с чувством одиночества. Исключенные из социума люди часто испытывают чувство стыда и теряют надежду повлиять на обстоятельства. Благодаря волонтерской деятельности люди могут бороться с некоторыми из основных причин социальной изоляции, такими, как отсутствие работы, образования и здоровья [7].

Волонтерство имеет достаточно древнюю историю. Так, зачатки движения можно обнаружить еще в средневековье в Британии, когда оказывалась помощь бедным и больным. Считается, что в XII и XIII веках в Англии было уже не менее 500 таких больниц [8].

Сегодня во всем мире сохраняются традиции добровольчества. Так, например, в США в 1998 году почти половина населения была вовлечена в волонтерскую работу, при этом 48,8% взрослых посвящали бесплатной работе более четырех часов в неделю в дополнение к своей основной работе. В Великобритании при поиске работы или поступлении в университет заявителю полезно указать, что он работал в какой-либо области в качестве волонтера. Волонтерская деятельность рассматривается как практический опыт работы. Во Франции 19% взрослого населения хотя бы один раз участвовали в волонтерской деятельности, 60% из них участвуют в волонтерстве регулярно, посвящая этому более 20 часов в месяц. Около 46% опрошенных заявили, что стали волонтерами, потому что почувствовали огромное желание помочь другим. В Германии 34% населения – волонтеры, они посвящают этой работе более 15 часов в месяц. В Японии 26% населения имеют опыт волонтерской работы [9].

Касаясь волонтерского движения в Азербайджане, необходимо отметить, что на протяжении веков азербайджанский народ сохранил свои традиции доброты, самопожертвования, добровольной и безвозмездной помощи. Для продвижения этой деятельности наше государство предприняло необходимые шаги, улучшило нормативную базу и сформировало механизмы государственной поддержки. Волонтерство проникло во многие сферы деятельности и стало национальным движением, охватило все регионы страны, различные сферы общественной жизни, все слои нашего общества и стало образом жизни азербайджанской молодежи. Были созданы волонтерские движения, такие, как ASAN, общественное объединение «Региональное развитие», и другие, а в центральных и местных органах исполнительной власти организованы волонтерские группы, объединяющие десятки тысяч молодых людей.

Наши волонтеры вдохнули новую жизнь в свою деятельность благодаря новому творческому подходу, инициативе, инновационному мышлению и современному мировоззрению, а также сыграли важную роль в проведении крупных международных мероприятий, таких, как «Евровидение», первые Европейские игры, «Формула-1» и IV Игры исламской солидарности.

Роль ИКТ в формировании и развитии взаимосвязи гражданской науки и волонтерского движения

Среди 10 принципов ГН [10], сформулированных на первой международной конференции Европейской ассоциации гражданской науки (ECSA) «Гражданская наука: открытая наука, общество и инновации в политике», проходившей в Берлине 19-21 мая 2016 г., есть пункты, указывающие на участие волонтеров:

- проекты гражданской науки предполагают активное вовлечение граждан в научные предприятия, которые ведут к новому знанию и пониманию;
- все участники научных исследований извлекают взаимную выгоду, как профессиональные ученые, так и ученые-любители («гражданские ученые»);
- гражданские ученые могут проявлять себя на всех этапах научного процесса;
- гражданские ученые имеют «обратную связь», то есть получают информацию о проекте после его реализации;
- имена гражданских ученых упоминаются в результатах исследований и публикациях.

Особую популярность в последнее время приобрело так называемое «виртуальное» волонтерство: создание и поддержка веб-сайтов, проведение онлайн-исследований, предоставление технической помощи некоммерческим организациям и т.д.

Пандемия COVID-19 повлияла на научные исследования во всем мире. Эта ситуация актуальна, так как текущие исследования разрушаются, а запланированные исследования не могут начаться, пока не будут адаптированы к новой реальности. В связи с этим, например, портал volunteerscience.com работает над тем, чтобы помочь преподавателям проводить свои занятия онлайн. Студенты могут участвовать в экспериментах по гражданской науке и получить сертификат для зачета курса. Кроме того, преподаватели могут использовать гражданскую науку для преподавания поведенческих методов. На сайте есть библиотека, состоящая из более чем 100 экспериментов и опросов, которые студенты и преподаватели могут выбрать, чтобы создать свое собственное исследование.

Портал citizenscience.org также занимается разработкой своих ресурсов, связанных с текущей пандемией COVID-19. Эти проекты могут быть полезны как для граждан, желающих помочь в борьбе с вирусом, так и для школьников, студентов, исследователей, которые хотят продолжать свою деятельность, будучи в изоляции.

В нашей стране в мае прошлого года под эгидой Координационного центра азербайджанских добровольцев в период пандемии COVID-19 был проведен ряд мероприятий. Руководствуясь слоганом «Мы сильны вместе!», в 31 районе и городе республики, а также в 12 районах Баку была проведена акция «Защитим друг друга!». В рамках акции с участием 323 волонтеров было обучено более 60 600 граждан. Им было роздано 46 350 медицинских масок, 93 350 перчаток и более 200 000 учебных буклетов.

В наше время для развития ГН используют различное программное обеспечение, с помощью которого граждане могут внести значительный вклад в научную деятельность. В нашей стране в нынешний период развития пандемии COVID-19 школьники и студенты проходят обучение с помощью программного обеспечения Zoom, которое предоставляет широкие возможности для проведения уроков в онлайн-режиме. Программа Zoom также дает возможность проводить научные конференции, онлайн-семинары, что способствует развитию науки в период пандемии. Для инклюзивного участия в гражданской науке есть специальные программы, например Sapelli, – это программное обеспечение с открытым исходным кодом, которое облегчает сбор данных при языковом барьере или барьере грамотности благодаря настраиваемым пользовательским интерфейсам, управляемым пиктограммами [11].

Сегодня четвертая промышленная революция Industry 4.0 – одна из самых актуальных тем как в профессиональной, так и в академической сфере [12]. Industry 4.0 характеризуется большей автоматизацией, чем предыдущие промышленные революции, взаимосвязью физического и цифрового миров посредством киберфизических систем и интернета вещей, а также переходом к системе, в которой этапы производства определяются интеллектуальными продуктами. Industry 4.0 вызвала большой интерес в научном сообществе: те, кто занимается научной деятельностью, заинтересованы в оценке возможностей, созданных появлением такой новой области. Технологическая область Industry 4.0 не нова, но достаточно разнородна – в ней сосредоточено более 30 различных областей технологий [13].

Технологии Industry 4.0 могут быть использованы не только в производственном процессе, но и в других сферах. Применение инструментов Industry 4.0 в ГН является одним из аспектов, ведущих к ее развитию.

Быстрое развитие ИКТ, актуальное в наше время, показывает себя как в индустрии, так и в ГН. Так как ГН характеризуется участием многочисленных волонтеров, для обеспечения их участия необходимо использование современных технологий. Поэтому рассмотрим применение нескольких технологий Индустрии 4.0 в ГН в этом аспекте.

Киберфизические системы (cyber-physical systems, CPS) – это набор технологий, которые создают независимую и интеллектуальную систему и, следовательно, способствуют интеграции между различными физически удаленными объектами [14]. Киберфизические системы возникли в обрабатывающей промышленности. Используемые здесь промышленные роботы запрограммированы на распознавание окружающей среды и действия в соответствии с запрограммированными реакциями. В настоящее время киберфизические системы применяются в здравоохранении, интеллектуальных транспортных системах, системах контроля и мониторинга и многих других областях. Используя программное обеспечение с открытым исходным кодом и датчики, исполнительные механизмы и компоненты интерфейса, которые могут быть подключены к основной плате, пользователи могут определять физическую среду и более легко управлять электронными устройствами с помощью программного обеспечения. В качестве примера применения киберфизических систем можно показать их применение в «умных» городах (smart cities), где для внедрения ГН применяется гражданская обсерватория (citizen observatory) – структура для определения, сбора и управления данными, которая направлена на снижение барьера для тех, кто стремится использовать ГН, но не имеет передового научного опыта. Хотя в основном гражданская обсерватория используется в научных целях, эта структура достаточно гибкая, чтобы одновременно поддерживать и другие виды использования, включая образование [15].

Интернет вещей (Internet of things, IoT) – это однозначно идентифицированные вычислительные устройства, которые подключены к Интернету и встроены в повседневные предметы («вещи») или прикреплены к животным или людям. Раньше радиочастотная идентификация (Radiofrequency Identification, RFID) была минимальной необходимостью для того, чтобы вещи считались частью экосистемы IoT, поэтому RFID считался первым инструментом, обеспечивающим IoT. В настоящее время системы IoT соединяют устройства с помощью многих других протоколов связи и беспроводных технологий, которые также используются для локализации устройств. Основное отличие IoT и CPS – это задачи, на которых они фокусируются. IoT фокусируется на подключении устройств к интернет-инфраструктуре, тогда как CPS – на возможностях обнаружения и активации устройств для достижения определенных целей в конкретном приложении [14].

В качестве примера применения IoT в ГН можно привести проект eBird, являющийся глобальной сетью волонтеров. База данных этой системы, работающей онлайн, интегрирована с базами данных разных аспектов в этой сфере. Программа проекта eBird Mobile может быть использована в современных смартфонах [16]. Использование программы облегчает наблюдение, точно определяет геолокацию, ускоряет передачу результатов наблюдений (в формате изображений или видео), дает возможность сравнения с базовыми данными, определения вида и т.д.

Облачные вычисления (cloud computing) – это вычислительные системы, служащие для обработки и хранения данных пользователей, обеспечивая кластеризацию и виртуализацию вычислительных ресурсов и ресурсов памяти многочисленных компьютеров (дата-центр, сервер, компьютер и т.д.) крупных предприятий с помощью информационных технологий. Облачные технологии – это новая концепция, позволяющая использовать удобный интерфейс для обращения к программам и данным, вычислительным и другим ресурсам с далекого расстояния [17].

Рассмотрим возможности, которые эта технология создает для проектов ГН.

В то время, как некоторые проекты ГН имеют достаточно средств и хорошо организованы, другие, часто выполняемые волонтерами, не имеют достаточно ресурсов или стабильного управления. Даже для тех проектов, которые обычно хорошо оборудованы для решения технических проблем, проблема масштаба, возникающая при объединении научных усилий, может привести к сложным техническим проблемам, решение которых не

является целью проекта. В этом аспекте наличие в Интернете инструментов, которые абстрагируют технологические проблемы от физических ресурсов, облегчает рост и развитие проектов. Это особенно верно для проектов, которые предназначены для предоставления сообществам, у которых нет ресурсов для эффективной поддержки технической части проекта.

Многие проекты ГН имеют переменную нагрузку; облачные системы плавно адаптируются к переменной нагрузке, приобретая ресурсы при увеличении нагрузки и освобождая ресурсы, когда они больше не нужны. Некоторые проекты ГН со временем разрастаются по мере достижения большего уровня участия. Структура затрат поставщиков облачных услуг помогает проектам ГН расти рентабельно, поскольку приложение платит только за то, что оно потребляет.

Часто требуется, чтобы исследовательские проекты выполнялись непрерывно в течение нескольких лет; использование поставщиков облачных услуг устраняет необходимость в регулярном обслуживании системы, что упрощает поддержку систем в течение многих лет. Это также означает, что если проект перейдет из рук в руки, это не повлияет на технические ресурсы.

За исключением проблем с задержкой или пропускной способностью, возможно и глобальное участие, и управление. Эти факторы помогают высвободить время участников проекта, чтобы сосредоточиться на реальной решаемой проблеме, а не на проблемах, связанных с построением и обслуживанием инфраструктуры для долговременного обслуживания. Таким образом, применение облачных вычислений способствует быстрому развитию ГН [17].

Перспективы развития ГН на фоне волонтерского движения

Несмотря на то, что облачные вычисления продолжают играть важную роль в современной сетевой архитектуре, огромные возможности, предлагаемые устройствами интернета вещей (IoT), способные обрабатывать данные ближе к источнику, заставляют организации пересмотреть свой подход к ИТ-инфраструктуре. В этом плане граничные вычисления могут создать более широкие возможности и в ГН. Граничные вычисления (edge computing) – это вычисления, которые выполняются в источнике данных или рядом с ним, вместо того чтобы полагаться на облако в одном из десятка центров обработки данных. Слово «граница» (edge) в этом контексте означает буквальное географическое распространение. Граничные вычисления – это многообещающая вычислительная парадигма для обеспечения мгновенных вычислений и ресурсов памяти для «умных» городов, где также применяется концепция ГН.

Благодаря последним достижениям в области ИКТ и активному участию волонтеров в ГН может произойти значительное развитие. Соединив лабораторию с окружающей средой и тем самым смещая акцент с традиционной науки на реальность, сбор, анализ и интерпретация данных могут выполняться обычными гражданами, которые ведут свою повседневную жизнь в сотрудничестве с профессиональными учеными. В таком случае интеграция, визуализация и анализ данных больше не будут требовать сложных преобразований формата файлов и ученым будет легче интегрировать наборы данных ГН континентального масштаба с наборами профессиональных данных, которые дополняются местными наблюдениями волонтеров.

Программное обеспечение и обучающие инструменты, используемые в проектах ГН, позволяют волонтерам участвовать в этих проектах. Простой интерфейс используемых программ позволяет людям с языковым барьером и неграмотностью вносить свой вклад в науку. Участие волонтеров в проектах обеспечивает инклюзивность в ГН. Участвуя в различных этапах исследования, волонтеры получают знания в соответствующей области науки, что дает положительные результаты как для индивидуального развития граждан, так

и для быстрого развития ГН и электронной науки в целом. Интернет, мобильная связь, облачные сервисы, онлайн-инструменты для видеоконференций и другие современные технологии создают широкие перспективы для развития этой отрасли.

Заклучение

Исследования показывают, что волонтерская деятельность полезна как для личностного роста граждан, так и для общества в целом. Сегодня традиции волонтерства сохраняются в мире и стремительно развиваются в форме участия в ГН. Распоряжение Президента АР «Об объявлении 2020 года «Годом волонтеров» в Азербайджанской Республике» будет не только стимулировать личностное развитие граждан, но и повысит их чувство социальной ответственности, ускорит развитие волонтерского движения в Азербайджане и ГН как результата этого движения. Современные ИКТ, Интернет, мобильная связь, облачные сервисы, онлайн-инструменты для видеоконференций и другие передовые технологии играют важную роль в развитии ГН, создавая широкие возможности для участия волонтеров. Таким образом, можно сделать вывод, что в век информационных технологий волонтерское движение положительно влияет на развитие ГН, а ГН, в свою очередь, может считаться примером успешного внедрения волонтерской деятельности в науку. Учитывая актуальность данной темы, в дальнейшем исследования в этом направлении будут продолжаться.

Литература

1. Əliquliyev R.M., Fətəliyev T.X. Vətəndaş elmi. Bakı: "İnformasiya Texnologiyaları" nəşriyyatı, 2018, 138 s.
2. Cohn J.P. Citizen science: Can volunteers do real research? // *BioScience*, Vol. 58, No. 3, 2008, pp. 192-197.
3. Ferran-Ferrer N. Volunteer participation in citizen science projects / *El profesional de la información*, 2015, v. 24, n. 6, pp. 827-837.
4. Harper D. Volunteer, *Online Etymology Dictionary*, <https://www.etymonline.com>
5. Фасмер М. Волонтер, *Этимологический словарь русского языка*, М.: Прогресс, 1986, т. I, 342 с.
6. Daniels P. Volunteer – what's in a word?, *Jocote.org*, 23 December 2010.
7. The History of Volunteering at a Glance, <https://www.givingway.com/blog/the-history-of-volunteering-at-a-glance>
8. Volunteerism and Social Inclusion, <https://reliefweb.int>
9. Round Table "Education for change and diaconia", http://www.rondtb.msk.ru/info/en/volunteers_en.htm
10. European Citizen Science Association, <https://ecsa.citizen-science.net/documents/>
11. Stevens M., Vitos M., Altenbuchner J. et al. Introducing Sapelli: A mobile data collection platform for non-literate users / *ACM DEV-4'13: Proceedings of the 4th Annual Symposium on Computing for Development*. December 2013, pp.1-2.
12. Frank A.G., Dalenogare L.S., Ayala N.F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies // *International Journal of Production Economics*, January 2019, pp. 15-26.
13. Chiarello F., Trivelli L., Bonaccorsi A., Fantoni G. Extracting and mapping industry 4.0 technologies using Wikipedia // *Computers in Industry*, vol. 100, September 2018, pp. 244-257.
14. Salim F.D., Haque U. Urban computing in the wild: A survey on large scale participation and citizen engagement with ubiquitous computing, cyber physical Systems, and internet of Things // *International Journal of Human-Computer Studies*, September 2015, pp. 31-48.
15. Hunt N., O'Grady M.J., Muldoon C. et al. Citizen Science: A learning paradigm for the smart city? // *Interaction Design and Architecture(s) Journal – IxD&A*, N.27, 2015, pp. 28-43.

16. eBird Mobile Apps Overview, <http://help.ebird.org/customer/portal/articles/1848031-ebird-mobile-apps-overview>
17. Olson M. Cloud Computing for Citizen Science, Master's Thesis, California Institute of Technology, 2012, 39 p.

UOT 001:004.7

Verdiyeva N.N.

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
depart3@iit.science.az

Vətəndaş elmi və könüllülər hərəkətinin qarşılıqlı əlaqəsi və inkişaf perspektivləri

Məqalə vətəndaş elmi və könüllülər hərəkətinin qarşılıqlı əlaqəsi və inkişaf perspektivləri məsələlərinə həsr olunmuşdur. Vətəndaş elminin və könüllülər hərəkətinin xarakterik xüsusiyyətləri şərh edilmişdir. Müxtəlif ölkələrdə, o cümlədən Azərbaycanda könüllülər hərəkətinin inkişaf tarixinə və hazırkı vəziyyətinə baxılmışdır. Könüllü fəaliyyətin, ümumilikdə, cəmiyyət üçün, eləcə də, ayrılıqda vətəndaş elminin inkişafı üçün faydası tədqiq edilmişdir. Müvafiq sahədə görülən işlər araşdırılmışdır. Könüllülər hərəkəti ilə vətəndaş elminin qarşılıqlı əlaqəsi və onların birgə inkişafında İKT-nin rolu təhlil edilmişdir. Kiber-fiziki sistemlər, Əşyaların İnterneti, bulud hesablamaları və sərhəd hesablamaları kimi Industry 4.0 texnologiyalarının vətəndaş elmi və könüllülər hərəkətinin inkişafında rolu tədqiq edilmişdir. Vətəndaş elmi və könüllülər hərəkətinin İKT sahəsində son nailiyyətlərin tətbiqi ilə əlaqədar inkişaf perspektivləri göstərilmişdir. Tədqiqat zamanı elmi analiz, nəticələrin ümumiləşdirilməsi və mövzu üzrə problemlərin həllinə sistem yanaşma metodlarından istifadə olunmuşdur. Tədqiqatın nəticələri vətəndaş elminin inkişafı, vətəndaş elmində inklüziv iştirakın təmin edilməsi, eləcə də, bu məqsədlə müasir texnologiyaların tətbiqi üçün istifadə oluna bilər.

Açar sözlər: *e-elm, vətəndaş elmi, könüllülər hərəkəti, Sənaye 4.0, kiber-fiziki sistemlər, vətəndaş observatoriyası.*

Nargiz N. Verdiyeva

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan
depart3@iit.science.az

Relationship and development perspectives of citizen science and volunteers' movement

The article is dedicated to the issues of relationship and development perspectives of citizen science and volunteers' movement. The characteristic features of citizen science and volunteers' movement are highlighted. The current state of the volunteers' movement in different countries, as well as in Azerbaijan are reviewed. The benefits of volunteering both for society as a whole and particularly for the development of citizen science are investigated. Studies in the relevant field are examined. The role of modern information technologies in the relationship of the volunteers' movement with citizen science and their mutual development is studied. The role of Industry 4.0 technologies, such as cyber-physical systems, IoT, cloud computing and edge computing in the development of citizen science and volunteers' movement are investigated. The perspectives for the development of citizen science and the volunteers' movement in connection with the application of the latest achievements in the field of ICT are shown. The article uses methods of scientific analysis, summarizing results and a systematic approach to the solution of the problems on the subject. The research results can be used for the development of citizen science, provision of inclusive participation in citizen science, as well as application of the modern technologies for this purpose.

Keywords: *e-science, citizen science, volunteer movement, Industry 4.0, cyber-physical systems, Citizen Observatory.*