

УДК 37.016:004.378.091.12.011.3-051

DOI 10.36550/2415-7988-2020-39-191

Сороко Наталія Володимирівна –

кандидат педагогічних наук, докторант,

завідувач відділу технологій відкритого навчального середовища

Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України,

ORCID ID 0000-0002-9189-6564

nvsoroko@gmail.com

Пилипчук Ірина Леонідівна –

вчитель інформатики Семиполківського НВК «ЗОШ І-ІІІ ст.-ДНЗ»

ORCID ID 0000-0002-6359-5705

irformsem@ukr.net

ОРГАНІЗАЦІЯ STEAM-ОРІЄНТОВАНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ ОСВІТИ ЗА ДОПОМОГОЮ СЕРВІСІВ GOOGLE

Постановка проблеми. Швидкий розвиток інформаційного суспільства та його перехід до суспільства знань, проблеми реального буття людства, як, наприклад, карантин, що є обов'язковим рішенням, викликаним пандемією COVID-19, та ін., суттєво впливає на вимоги щодо надання освітніх послуг на будь-якому рівні освіти. Важливим стає вирішення таких питань: забезпечення безперервного навчання, мотивація учнів навчатися дистанційно в умовах карантину, використання компетентнісного підходу у навчальному процесі, вільний відкритий доступ до електронних освітніх ресурсів усім учасникам освітнього процесу, впровадження проєктного підходу для формування у молоді дослідницької компетентності та ін.

Одним із рішень вищезазначених питань є створення STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти, що має впливати на формування в учнів вмінь і навичок використовувати знання в

межах галузей STEAM (STEAM – це аббревіатура, що розкривається як S-природничі науки (англ. Science), T-технології (англ. Technology), E-інжиніринг (англ. Engineering), A-мистецтво (англ. Arts), M-математика (англ. Mathematics)).

Впровадження STEAM-освіти в заклади загальної освіти вимагає системної просвітницької діяльності серед учителів, розроблення методик проведення занять із застосуванням STEAM-підходу та сценаріїв заходів із використанням необхідних інструментів, що є особливою підтримкою вищезазначеного середовища. Так, важливим є вибір інструментів для організації і підтримки STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти та навчання вчителів використовувати ці інструменти у своїй педагогічній діяльності з метою удосконалити навчально-виховний процес школи.

Одним із шляхів здійснення системної підтримки STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти є використання відкритих онлайн інструментів як, наприклад, сервісів компанії Google, яка пропонує суттєвий спектр послуг, що може забезпечити організацію такого середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Використання сервісів хмарних технологій, зокрема компанії Google, на різних рівнях освіти відображено в дослідженнях Бикова В.Ю., Богачков Ю.М., Литвинової С.Г., Олексюка В.П., Семерікова С.О., Стрюка А.М., Шишкіної М.П. та ін.

STEAM-орієнтованого освітнього середовище школи досліджують вітчизняні науковці О.В. Барна, Н.Р. Балик, І.П. Василяшко, В.Ю. Величко, Н.О. Гончарова, С.Л. Горбенко, О.В. Лозова, Н.В. Морзе, О.О. Патрикеева, О.Є. Стрижак, І.А. Сліпухіна та ін., зарубіжні дослідники М. Нікірк (M. Nikirk, 2012), Хейді Саблетт (Heidi Sublette, 2013), Жоржетти Якмен (Yakman, Georgette, 2008-2019) та ін.

Метою статті є проаналізувати основні сервіси Google для створення і розвитку STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти.

Методи дослідження. Для досягнення мети були використані методи системного і порівняльного аналізу наукової літератури щодо використання сервісів хмарних технологій, зокрема компанії Google, на різних рівнях освіти, створення STEAM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку STEAM-освіти; теоретичні методи, як синтез та узагальнення для формулювання висновків і пропозицій щодо створення та організації STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти за допомогою сервіси Google.

Виклад основного матеріалу.

За визначенням Національного Інституту Стандартів і Технологій США (National Institute of Standards and Technology, NIST), хмарні обчислення є ефективними сервісами для забезпечення користувачу доступу за потребою будь-де і будь-коли до спільних обчислювальних ресурсів суб'єктів різної людської діяльності, зокрема це стосується і освіти, що можуть бути надані синхронно або асинхронно, з мінімальними зусиллями управління та у взаємодії з постачальником послуг [7].

Важливого значення при цьому набувають відкриті онлайн інструменти, як, наприклад, сервіси компанії Google.

Так, у 2014 році дослідники (Etherington, D.; Magid, L.) в галузі освіти розпочали адаптацію інструментів Google до викладацької і навчальної діяльності користувачів для забезпечення зручного дистанційного навчання згідно з їхніми різними проблемами (наприклад, відсутність можливості навчання учнів у класі за різних причин; забезпечення неперервного зв'язку між учнем і вчителем та ін.) [5; 6]. 29 червня 2015 року компанія Google оголосила спільний доступ користувачів своїх сервісів до Google Classroom. 24 серпня 2015 року до Google Classroom був інтегровуван Календар Google. У березні 2017 року Google відкрив сервіс Classroom для будь-яких

користувачів Google без необхідності їм мати облікового запису у Google Suite for Education.

Слід відмітити, що Google Apps Education Edition, розроблений для навчальних цілей, надає безкоштовні послуги для закладів освіти, що містять інструменти Google Apps, які підтримуються багатьма пристроями й тому є доступними та універсальними для роботи в навчальному середовищі [3]. Google Apps надає можливість учителям розробляти сайти, які використовуються саме для навчальних цілей, активізації пізнавальної діяльності учнів та доступу до різних завдань, виконання домашніх вправ у хмарі та ін. Служба Google розробила сервіси, що дають змогу учасникам навчального процесу організувати і підтримувати STEAM-орієнтоване освітнє середовище ЗЗО, а саме:

- створювати сайти для проведення STEAM проєктів, не використовуючи мову HTML;
- зберігати та передавати дані, проводити онлайн уроки сумісно з учителями різних галузей STEAM та можливості їх передивлятися у будь-який час незалежно від місця знаходження користувача;
- забезпечувати постійний взаємозв'язок між учасниками STEAM проєктів;
- проводити онлайн тестування;
- створювати діаграми, рисунки, презентації та інші документи у хмарі;
- розпізнавати скановані матеріали та фотографії;
- вести календар подій STEAM проєктів;
- спостерігати деякі явища для проведення досліджень у межах STEAM проєктів.

Так, Google Classroom, Google Docs і сайти Google – це програми, які підтримують співпрацю вчителів, учнів і батьків синхронно та асинхронно. Вчителі використовують Google Classroom як Систему управління навчанням (англ. Learning Management System, LMS) для обміну навчальними матеріалами [2]. Google Classroom використовується вчителями для спільного використання, сумісної діяльності та викладання навчальної програми. Google

Apps включає такі функції, як обробку текстів, електронних таблиць, форм та презентацій. Учні можуть спільно створювати веб-сайти, додавати відео, зображення та документи за допомогою Google Sites і Google video [4].

Google Classroom – це інструмент, що інтегрується з Google Docs, Google Drive і Gmail, допомагає створювати і впорядковувати завдання, виставляти оцінки, коментувати і організовувати ефективне спілкування з учнями в режимі реального часу або в режимі дистанційного навчання. Завдяки цьому сервісу можна організувати проектну роботу, перевернуте навчання, дистанційне навчання для підтримки STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти.

Google Classroom доступний для всіх власників особистого облікового запису Google та дозволяє користувачам:

- створити свій клас/курс;
- організувати запис учнів на курс;
- ділитися з учнями необхідним навчальним матеріалом;
- запропонувати завдання для учнів;
- оцінювати завдання учнів і стежити за їхнім прогресом;
- організувати взаємодію учнів.

Перед тим, як створювати курс, учителю необхідно мати власний акаунт. При цьому, якщо ЗЗО має акаунт Google Suite for Education, можна використати для створення курсів його електронну пошту. Назву, опис, розділ, аудиторію і тему курсу можна в будь-який час змінити. Кожен курс автоматично отримує код, за яким учні згодом зможуть знайти свою «віртуальну аудиторію». Доступ відкритий також у мобільному додатку Google Classroom для Android та iOS.

Слід звернути увагу на розподіл ролей у Google Classroom, що контролює сам учитель, який є автором навчального плану і курсу для певного рівня освіти, а саме:

- вчитель – учень, де вчитель розміщує матеріали, прикріплює необхідні для уроків файли, створює завдання, а учень опрацьовує надану навчальну інформацію, виконує завдання, отримує оцінки, оскаржує оцінки вчителя та надає аргументацію

щодо оскарження своїх оцінок, при цьому отримує консультації, пояснення та пропозиції від вчителя;

- вчитель – батьки, де вчитель надає доступ батькам до навчальних матеріалів, зроблених учнем завдань, його оцінок та чату для обговорення подальших навчальних стратегій;

- вчитель – адміністрація (зауч, директор школи, методист), де вчитель дає доступ до своїх онлайн уроків як відкритих для всіх, хто бажає відвідати ці уроки та надати пропозиції щодо підвищення їхньої якості.

У Google Classroom вчителі мають можливість легко та швидко створювати, перевіряти завдання учнів у електронній формі. При цьому роботи учнів автоматично систематизуються в папки і документи на Google Диск. На сторінці завдань учням видно, яке завдання треба виконати і у який термін. Для того, щоб виконати певне завдання, учню слід натиснути на необхідне для виконання завдання. Відомості про виконані учнями роботи постійно оновлюються в режимі реального часу та надсилаються вчителю на його електронну пошту. Також даний сервіс надає можливість учителю додавати коментарі до перевіреної роботи.

Особливості роботи в Google Classroom [1]:

- налаштування: для кожного класу і курсу створюється особистий ключ доступу, який учень та інші вчителі використовують для приєднання до спільноти;

- створення та розповсюдження завдань: завдання створюються як Google документ та поширюються для кожного учня за бажанням вчителя;

- календар виконання завдань: учитель може вказати терміни виконання учнями роботи; якщо учень здає завдання до завершення терміну виконання, на його документі з'являється статус «Перегляд», що дозволяє вчителю оперативно перевірити роботу та при необхідності повернути її учневі на доопрацювання;

- контроль активності учня: вчитель може відслідковувати діяльність учнів одночасно у всіх класах, що ним створені (за допомогою «меню курсу» можна переглянути список завдань (проверені/не проверені), архів курсу, налаштування (акаунта, повідомлень) та ін.);

- оцінювання роботи учня: за допомогою Google Forms учитель може створити тести із запланованими оцінками до кожного тестового завдання, запропонувати їх учням, відслідкувати виконання ними цих завдань та коментувати неправильні відповіді (для перевірки завдань і оцінювання слід перейти на вкладку «Оцінки» та обирати зі списку прізвище учня, який здав роботу, виконати перевірку та виставити бали);

- спілкування з учасниками навчального процесу: завдяки поєднанню можливостей сервісу «оголошення» і коментування завдань всі учасники навчального процесу у будь-який час підтримують зв'язок і спостерігають за станом виконання кожного завдання.

Слід відмітити, що сервіси Google забезпечують функції освітнього середовища щодо надання учасникам навчального процесу у межах організації та впровадження STEAM проєктів у ЗЗО ресурси загального навчального призначення, а саме: програми та веб-сайти для створення флеш-карт та вікторин (наприклад, Google Forms, Google Sites, Google slides та ін.); пошук електронних бібліотек та інших електронних освітніх ресурсів (наприклад, Google Search); сервіси для групової роботи (наприклад, Google Apps for Education, онлайн-дошка Padlet); інструменти для створення ментальних мап, діаграм, схем (наприклад, Google Suite + Lucidchart) та ін.

Важливим також є сервіси Google для конкретних цілей STEAM-орієнтованого середовища, наприклад: для ознайомлення та дослідження різноманітних наукових концепцій за допомогою моделей та моделювання (наприклад, Google Earth VR для дослідження Землі та тривимірної її структури, топографії, при вивчанні важливих історичних і географічних районів та ін.), додатки та веб-сайти для вивчення робототехніки (наприклад, Google Play пропонує ігри «Robotics!», «Robotics Engineering» та «Industrial Robotics 3D»); сервіси та додатки Google для аналізу фотографій (наприклад, Google Lens, що допомагає користувачу збирати інформацію про об'єкт зображений на світлинці, ідентифікувати його за допомогою візуального аналізу на основі нейронної мережі) та ін. Важливо зазначити, що електронні

освітні ресурси, учасник курсу вибирає відповідно до цілей свого STEAM-проєкту, формі (формальній, неформальній, інформальній) та рівню освіти, на яку розрахований цей проєкт.

Так, сервіси Google враховують такі вимоги користувачів: надання можливостей учасникам STEAM проєктів проводити сумісні дослідження в онлайн-середовищі; дистанційно керувати навчальним процесом; використовувати інструменти, що дозволяють групову роботу над документами різних форматів; набори даних, що представляють відомості вже проведених досліджень; контроль за процесом дослідження; поєднання у середовищі спеціальних програм для створення простору інших навчальних проєктів.

Висновки і перспективи подальших розробок.

Отже, за допомогою сервісів Google можна організувати, підтримувати та керувати STEAM-орієнтованим освітнім середовищем школи, а саме:

- забезпечувати вчителів інструментами щодо: моделювання навчального STEAM проєкту, створення сумісного з учнями спілкування в межах цього проєкту, оцінювання діяльності учнів у ньому, створювати архіви цих проєктів та їхніх результатів, співпрацювати із колегами, батьками та фахівцями (чати і форуми);

- забезпечувати учнів зворотнім зв'язком з вчителями та іншими фахівцями, які беруть участь у навчальному проєкті, вільним доступом до навчальних та наукових матеріалів, що необхідні для здійснення проєкту, спілкуванням з учнями, які входять до групи у межах певного навчального проєкту, інструментами, що можуть допомогти отримати дані та перевірити конструкції, моделі та ін.

Перспективами подальших досліджень є створення і впровадження STEAM-орієнтованого освітнього середовища на основі сервісів Google, перевірка ефективності цього середовища згідно з результатами, що будуть отримані при здійсненні STEAM проєктів у загальних закладах освіти.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Богачков Ю. М., Букач А. В., Ухань П. С. (2020). Комплексне застосування Google Classroom для створення варіативних дистанційних курсів. Інформаційні технології і засоби навчання, Том 76, №2. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3338>
2. Проценко Г. О. (2012). Проектування інформаційного простору загальноосвітнього навчального закладу. Дисертація канд. пед. наук: 13.00.10, Нац. акад. пед. наук України, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ. 200.
3. Google Apps Education Edition. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.google.com/a/help/intl/en/edu/index.html>
4. Gulati, A. (2011). An overview of Google Apps for Education. Library Progress International, 31(1), 107–110.
5. Etherington, D. (2014, May 6). Google debuts classroom, an education platform for teacherstudent communication. Tech Crunch. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://techcrunch.com/2014/05/06/google-debuts-classroom-an-education-platform-for-teacher-studentcommunication/>.
6. Magid, L. (2014, May). Google classroom offers assignment center for students and teachers. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.forbes.com/sites/larrymagid/2014/05/06/google-classroomoffers-control-center-for-students-and-teachers/#46524d2f4d66>.
7. The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology: NIST Special Publikation [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>.

REFERENCES

1. Bogachkov Y. M., Bukach A. V., U Khan P. S. (2020). Kompleksne zastosuvannia Google Classroom dlia stvorennia variatyvnykh dystantsiinykh

kursiv. [Google Classroom complex application for creating variable distance courses] *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, Tom 76, №2. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3338>

2. Protsenko H. O. (2012). *Proektuvannia informatsiinoho prostoru zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu* [Designing the information space of a secondary school]. *Dysertatsiia kand. ped. nauk: 13.00.10, Nats. akad. ped. nauk Ukrainy*, Instytut informatsiinykh tekhnolohii i zasobiv navchannia. Kyiv. 200.

3. Google Apps Education Edition. [Electronic resource] Access: <http://www.google.com/a/help/intl/en/edu/index.html>

4. Gulati, A. (2011). An overview of Google Apps for Education. *Library Progress International*, 31(1), 107–110.

5. Etherington, D. (2014, May 6). Google debuts classroom, an education platform for teacherstudent communication. *Tech Crunch*. [Electronic resource] Access: <https://techcrunch.com/2014/05/06/google-debuts-classroom-an-education-platform-for-teacher-studentcommunication/>.

6. Magid, L. (2014, May). Google classroom offers assignment center for students and teachers. [Electronic resource] Access: <https://www.forbes.com/sites/larrymagid/2014/05/06/google-classroomoffers-control-center-for-students-and-teachers/#46524d2f4d66>.

7. The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology: NIST Special Publikation [Electronic resource] Access: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Сороко Наталія Володимирівна – кандидат педагогічних наук, докторант, завідувач відділу технологій відкритого навчального середовища *Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України*.

Наукові інтереси: STEAM-освіта, STEAM-орієнтоване освітнє середовище, інформаційно-комунікаційні технології, розвиток інформаційно-цифрової

КОМПЕТЕНТНОСТІ ВЧИТЕЛІВ.

Пилипчук Ірина Леонідівна – вчитель інформатики Семиполківського НВК «ЗОШ І-ІІІ ст.-ДНЗ».

Наукові інтереси: викладання інформатики для учнів різних рівнів освіти, формування інформаційно-цифрової компетентності учнів, розвиток інформаційно-цифрової компетентності вчителів.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

SOROKO Natalia Vladimirovna - candidate of pedagogical sciences, doctoral student, head of the department of of open education and scientific information systems of Institute of Information Technologies and Learning Tolls of National Academy of Educational Sciences of Ukraine.

Circle of research interests: STEAM-education, STEAM-oriented educational environment, information and communication technologies, information and digital competence of teachers.

PYLYPCHUK Iryna Leonidivna – a computer science teacher at the Semipolkivskyi Secondary School of the 1st-3rd Grade.

Circle of research interests: teaching computer science for students of different education levels, the students' information and digital competence formation, the teachers' information and digital competence development.

СОРОКО Наталія Володимирівна, ПИЛИПЧУК Ірина Леонідівна.
ОРГАНІЗАЦІЯ STEAM-ОРІЄНТОВАНОГО ОСВІТНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ ОСВІТИ ЗА ДОПОМОГОЮ
СЕРВІСІВ GOOGLE

Анотація. У статті розглядаються сервіси Google для створення та підтримки STEAM-орієнтованого освітнього середовища загального закладу освіти. Аналіз основних сервісів Google щодо впровадження STEAM-підходу в загальних закладах освіти надав можливість запропонувати вчителям основні рішення їх використання для організації, підтримки та керування STEAM-орієнтованим освітнім середовищем школи. Визначено, що сервіси

Google враховують такі вимоги користувачів, як надання можливостей учасникам STEAM проєктів проводити сумісні дослідження в онлайн-середовищі; дистанційно керувати навчальним процесом; використовувати інструменти, що дозволяють групову роботу над документами різних форматів; набори даних, що представляють відомості вже проведених досліджень; контроль за процесом дослідження; поєднання у середовищі спеціальних програм для створення простору інших навчальних проєктів. Перспективи подальших досліджень пов'язані із створенням і впровадженням STEAM-орієнтованого освітнього середовища на основі сервісів Google, перевіркою ефективності цього середовища згідно з результатами проведення STEAM проєктів у загальних закладах освіти.

Ключові слова: *сервіси Google, STEAM-освіта, STEAM-орієнтоване освітнє середовище, інформаційно-комунікаційні технології.*

**СОРОКО Наталья Владимировна, ПИЛИПЧУК Ирина Леонидовна.
ОРГАНИЗАЦИЯ STEAM-ОРИЕНТИРОВАННОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ УЧРЕЖДЕНИЯ ОБЩЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СЕРВИСОВ GOOGLE**

Аннотация. В статье рассматриваются сервисы Google для создания и поддержки STEAM-ориентированной образовательной среды общего учебного заведения. Анализ сервисов Google для внедрения STEAM-подхода в школу предоставил возможность предложить учителям основные решения их использования для организации, поддержки и управления STEAM-ориентированной образовательной средой школы. Определено, что сервисы Google учитывают такие требования пользователей, как предоставление возможностей участникам STEAM проектов проводить совместные исследования в онлайн-среде; дистанционно управлять учебным процессом; использовать инструменты, позволяющие групповую работу над документами различных форматов; наборы данных, представляющих сведения уже проведенных исследований; контроль за процессом

исследования; сочетание в среде специальных программ для создания пространства других учебных проектов. Перспективы дальнейших исследований связаны с созданием и внедрением STEAM-ориентированной образовательной среды на основе сервисов Google, проверкой эффективности этой среды согласно результатам проведения STEAM проектов в общих учебных заведениях.

Ключевые слова: *сервисы Google, STEAM-образование, STEAM-ориентированная образовательная среда, информационно-коммуникационные технологии.*

SOROKO Natalia Volodymyrivna, PYLYPCHUK Iryna Leonidivna. THE STEAM-ORIENTED EDUCATIONAL ENVIRONMENT ORGANIZATION FOR GENERAL EDUCATION BY GOOGLE SERVICES

Abstract. *The article deals with Google services to create and maintain STEAM-based learning environment of general education institution. Analysis of major Google services on implementation STEAM-approach in general education schools gave teachers the opportunity to offer key solutions using them to organize, support and management STEAM-oriented educational environment school. It is determined that Google services (Google Classroom, Google Forms, Google Sites, Google slides, Google Suite + Lucidchart, Google Earth VR, Google Play, Google Lens, etc.) take into account such user requirements as enabling participants of STEAM projects to conduct joint research in the online environment; remotely control the learning process; use tools that allow group work on documents of different formats; data sets representing information from already conducted research; control over the research process; combination in the environment of special programs to create space for other educational projects. Attention is drawn to the distribution of roles in the Google Classroom, which is controlled by the teacher who is the author of the curriculum and course for a particular level of education, namely: teacher – student, where the teacher places materials, attaches files necessary for lessons, creates tasks, and the student processes the provided educational information, performs*

tasks, receives grades, challenges the teacher's grades and provides arguments for challenging their grades, while receiving advice, explanations and suggestions from the teacher; teacher - parents, where the teacher gives parents access to learning materials, student-made tasks, his assessments and chat to discuss further learning strategies; teacher - administration, where the teacher gives access to their online lessons as open to all who wish to attend these lessons and provide suggestions for improving their quality. It is determined that Google services can be used to organize, maintain and manage the school's STEAM-oriented educational environment, namely: provide teachers with tools for: modeling an STEAM educational project, creating joint communication with students within this project, evaluating students' activities in it, creating archives of these projects and their results, working with colleagues, parents and professionals (chats and forums); provide students with feedback from teachers and other professionals involved in the educational project, free access to educational and scientific materials necessary for the project, communication with students who are part of a group within a particular educational project, tools, that can help to obtain data and check designs, models, etc. Prospects for further research are related to the creation and implementation of STEAM-oriented educational environment based on Google services, testing the effectiveness of this environment in accordance with the results of STEAM projects in general education institutions.

Key words: *STEAM-education, STEAM-oriented educational environment, information and communication technologies.*