

Т. В. Смірнова, К. О. Буравченко, А. В. Щербань, Е. К. Багдасарян, А. С. Коваленко

Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРОВАНИХ КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВА

Анотація. Об'єктом дослідження є процес удосконалення мережевої архітектури підприємств з метою подальшої оптимізації виробничих процесів. Предметом дослідження є проектування та оптимізація структурованих кабельних систем для автоматизації виробничих процесів підприємства. Метою роботи є удосконалення методу проектування та оптимізації структурованих кабельних систем для транспортних потреб мережі стільникового зв'язку для потреб підприємства. У результаті дослідження визначено, що процес планування радіомережі для автоматизації виробничих процесів підприємства необхідно виконувати у відповідності до наступної послідовності кроків: проектування покриття радіомережі із визначення місця розташування кожної базової станції (в мережах 5G – gNb) та побудова комунікаційного транспортного сегменту із визначенням місцезнаходження кросових приміщень. У даній роботі проведені дослідження, які стосуються побудови комунікаційного транспортного сегменту із визначенням місцезнаходження кросових приміщень. Для цього визначена область застосування статистичного методу та обґрунтовано вибір місця розташування технічних приміщень кросового поверху. **Висновки.** Дослідження, проведені в даній роботі, дозволили провести розробку методів удосконалення мережевої архітектури підприємств з метою подальшої оптимізації виробничих процесів. В рамках цього було розроблено метод планування мережі 5G для автоматизації виробничих процесів підприємства, що полягає в послідовному забезпеченні проектування покриття радіомережі із визначення місця розташування кожної базової станції з використанням оптимізованої моделі оцінки втрат потужності радіосигналу на шляху розповсюдження з урахуванням обмежень по мінімальній пропускній здатності, кількості підключень та надійності та побудови комунікаційного транспортного сегменту із визначенням оптимального місцезнаходження кросових приміщень. Розроблений метод надає змогу проводити планування оптимальної структури стільникової мережі 5G для оптимізації виробничих процесів, оцінювати та зменшувати сукупні витрати на побудову мережі, при цьому забезпечуючи необхідні показники якості обслуговування вузлів мережі та її надійності.

Ключові слова: структуровані кабельні системи; автоматизація виробничих процесів; технологічні процеси; хмарні сервіси.

Вступ

Сучасні високотехнологічні підприємства можуть сягати дуже великих розмірів, а і відповідно технологічні процеси, які на них забезпечуються, можуть мати дуже складні розгалужені структури. В залежності від типу виробництва, наявної інфраструктури, використовуваних методів тощо комплексний опис, реалізація та моніторинг технологічних процесів може бути дуже складною задачею, для вирішення якої необхідно застосовувати різноманітні методи дослідження. Зважаючи на це, можна виділити дуже перспективний напрям щодо оптимізації високотехнологічних процесів, а саме використання хмарних інформаційних технологій для оптимізації виробничих процесів підприємств різного масштабу [1, 6, 9, 10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науково обґрунтоване планування й оптимізація інформаційних мереж, які забезпечують надання запитуваних послуг із заданими показниками ефективності функціонування, є дуже складною науково-технічною й економічною проблемою, без вирішення якої неможливе створення інформаційної інфраструктури підприємства, що відповідає всім потребам та сформованим вимогам [2-5]. Тому, дана робота присвячена саме удосконалення існуючих та розробці нових методів побудови сучасної інформаційно-комунікаційної інфраструктури підприємств з метою її подальшого використання для автоматизації виробничих процесів.

Об'єктом дослідження є процес удосконалення мережевої архітектури підприємств з метою подальшої оптимізації виробничих процесів. Метою роботи є удосконалення методу проектування та оптимізації

структурованих кабельних систем для транспортних потреб мережі стільникового зв'язку для потреб підприємства.

Процес планування радіомережі для автоматизації виробничих процесів підприємства необхідно виконувати у відповідності до наступної послідовності кроків:

- проектування покриття радіомережі із визначення місця розташування кожної базової станції (в мережах 5G – gNb);
- побудова комунікаційного транспортного сегменту із визначенням місцезнаходження кросових приміщень.

Наведемо реалізацію другого кроку в деталях нижче.

Проектування та оптимізація структурованих кабельних систем

Обґрунтоване планування й оптимізація безпроводових інформаційних мереж 5G не можлива без проведення розрахунків по проектуванню структурованих кабельних систем (СКС), які забезпечать з'єднання різних частин мережі [2-5]. Проектування горизонтальної підсистеми є найбільш відповідальною частиною проектного етапу розробки СКС. Рішення, прийняті у процесі виконання цих робіт, є визначальними для техніко-економічної ефективності створюваної структурованої кабельної проводки та має суттєвий вплив на капітальні витрати при створенні інформаційних мереж і саме в горизонтальній підсистемі зосереджена основна маса телекомунікаційного обладнання СКС як за номенклатурою, кількістю, так і за вартістю.

Розглянемо два основні методи обчислення кількості кабелю, що витрачається на реалізацію горизонтальної підсистеми [2-5, 7, 8]: метод підсумовування; статистичний метод.

Метод підсумовування полягає у підрахунку довжини траси кожного горизонтального кабелю з наступним додаванням знайдених таким чином значень. До отриманого результату додається певний технологічний запас, а також запас для виконання обробки в місцях з'єднання (МЗ) та на кросових панелях.

Статистичний метод реалізує практично положення центральної граничної теореми теорії ймовірностей. Сутність його полягає у використанні оцінки середньої довжини окремого прокидання для підрахунку загальної довжини горизонтального кабелю, що витрачається на реалізацію конкретної кабельної системи або, точніше, її частини, яка обслуговується окремою кросовою. Сама оцінка здійснюється на основі статистичних закономірностей, які обов'язково виявляються при реалізації будь-якої структурованої кабельної проводки. Деякому збільшенню точності розрахунків за статистичним методом додатково сприяє той факт, що відповідно до стандарту ISO/IEC 11801 довжина кабелів горизонтальної підсистеми не може перевищувати 90 м (для технології Ethernet).

Сутність методу полягає у наступному: довжина будь-якої j -ї траси може бути представлена в наступному вигляді:

$$L_j = v_j + \xi_j,$$

де v_j – довжина кабелю, що прокладається на вертикальних ділянках трас; ξ_j – випадкова величина, що має певний закон розподілу в площі xOy робочої зони, що обслуговується комутаційним обладнанням яке встановлено у цьому технічному приміщенні.

Припустимо, що:

– базові станції gNb обладнані однотипними МЗ і розподілені за площею xOy території, що обслуговується рівномірно;

– розташування технічних приміщень є оптимальним;

– кабельні траси основної маси горизонтальних кабелів влаштовані за одним принципом, тобто з достатньою для практики точністю можна прийняти $v_j = const$.

У разі виконання зазначених умов функція щільності ймовірності розподілу довжин окремих прокидів є симетричною (має нульову асиметрію). Оцінка середньої довжини кабельної траси при симетричному розподілі може бути знайдена як напівсума довжин найбільшої та найменшої за довжиною кабельних трас.

На підставі зроблених припущень середня довжина кабелю L_{av} , що витрачається на реалізацію одного прокиду, приймається рівною:

$$L_{av} = \frac{(L_{max} + L_{min})}{2} K_s + X,$$

де L_{max} і L_{min} – довжини кабельної траси від комутаційного елемента, найдалшого від точки введення в кросову, до МЗ відповідно до найближчої і найдалшої базової станції gNb, розрахована з урахуванням

особливостей прокладання кабелю, всіх спусків, підйомів, поворотів, міжповерхових, (за їх наявності) тощо; K_s – коефіцієнт технологічного запасу, рівний 1,1 (10%); X – запас для виконання обробки кабелю.

Далі розраховується загальна кількість N_{cr} кабельних прокидів, на які вистачає однієї котушки кабелю:

$$N_{cr} = L_{cb} / L_{av},$$

де L_{cb} – довжина кабельної котушки.

На останньому кроці отримуємо загальну кількість кабелю L_c , необхідну для створення кабельної системи:

$$L_c = L_{cb} \times N_{to} / N_{cr},$$

де N_{to} – кількість МЗ в побудованій СКС.

Результат поділу у формулі виходить зазвичай нецілочисельним, тому використовується округлення до цілого числа.

Область застосування статистичного методу.

Довжини кабельних трас, (відповідно до зроблених вище припущень еквівалентно довжинам окремих прокидів горизонтальної підсистеми СКС), можуть вважатися незалежними випадковими величинами. Відповідно до теорії ймовірності, дисперсія середнього арифметичного попарно незалежних випадкових величин у n разів менша дисперсії σ^2 кожної з величин, тобто в застосовуваних позначеннях можна записати:

$$D(l_{cp}) = \sigma^2 / n.$$

Кількість n окремих прокидів, при яких величина середньоквадратичного відхилення середнього арифметичного довжин від математичного очікування не перевищить заздалегідь заданого значення, для визначеності, наприклад 5%, може бути знайдена виходячи з наступного співвідношення:

$$\sigma / (l_{cp} \sqrt{n}) \leq 0,05.$$

При $\sigma / l_{cp} = 0,42$ (припущення на підставі практичного результату), отримуємо, що n має бути не менше 84, тобто застосування статистичного методу є виправданим для розрахунку кабельних систем або їх частин, які обслуговують не менше $N = 42$ комутаційних приладів.

Однією з умов застосування статистичного методу було припущення того, що функція розподілу є симетричною. Обробка даних практично реалізованих проектів показує, що середній коефіцієнт асиметрії дорівнює приблизно 0,44, тобто відмінність функції розподілу від симетричної, строго кажучи, не може вважатися зневажливо малою.

Розглянемо, наскільки ця відмінність впливає на точність розрахунків.

Для цього згідно з методом моментів апроксимуємо фактично одержану функцію розподілу рядом Грама-Шарльє [11], який представляє собою нормальний розподіл з поправкою. Для спрощення подальших розрахунків при побудові ряду в ньому утримується лише два перші члени:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{x^2/2} \left[1 + \frac{\gamma_3}{3l} (x^3 - 3x) + \dots \right], \quad (1)$$

де γ_3 – коефіцієнт асиметрії; $x = (t - Mt)/\sigma$ – стандартизована випадкова величина.

Імовірність того, що довжина горизонтального кабелю не перевищить x , становитиме:

$$\Phi_u(x) = \Phi(x) + \frac{\gamma_3}{3l\sqrt{2\pi}} \cdot (1 - x^2) \cdot e^{x^2/2}, \quad (2)$$

де $\Phi_u(x)$ – апроксимована функція розподілу, $\Phi(x)$ – функція нормального розподілу.

Вибір місця розташування технічних приміщень кросового поверху. Через значну кількість МЗ, що встановлюються в процесі створення горизонтальної проводки СКС, завдання оптимальної побудови нижнього рівня кабельної системи за різними критеріями дозволяє істотно скоротити як обсяг витрат на створення кабельної проводки, так і час реалізації проекту в цілому.

Координати розташування приміщення кросової, що обслуговує МЗ у конкретній робочій зоні та оптимальної за критерієм мінімальної середньої довжини окремого прокидання, збігаються з центром ваги пластинки Ω , що знаходиться в площині xOy . При цьому, форма пластини відповідає топології робочої зони, що обслуговується, а її щільність $\rho(x, y)$ еквівалентна щільності розміщення робочих місць. Координати розташування технічного приміщення розраховуються за такими формулами:

$$x_0 = \frac{1}{M} \iint_{\Omega} \rho x dx dy; \quad y_0 = \frac{1}{M} \iint_{\Omega} \rho y dx dy, \quad (3)$$

де $M = \iint_{\Omega} \rho dx dy$ – загальна кількість базових станцій gNb , що обслуговуються конкретною кросовою.

У тому випадку, якщо робоча площа, що обслуговується, зображена на рис. 1, являє собою прямокутник зі сторонами $(a;b)$ $(c;d)$, а окремі МЗ розподілені по ній рівномірно, тобто $\rho(x, y) = \rho = const$, координати розташування приміщення кросової, оптимальні за критерієм мінімальної сумарної довжини лінійних горизонтальних кабелів, чисельно рівні:

$$x_0 = (b - a)/2; \quad y_0 = (d - c)/2.$$

Раніше було показано, що в цьому випадку середня довжина кабельного прокладання буде близька до

$$l' = ((b - a) + (d - c))/4.$$

При розташуванні технічного приміщення кросової на краю зони обслуговування, наприклад, у точці F (рис. 1), оцінка середньої довжини кабельного прокладання, виконана за тими ж принципами, має значення:

$$l'' = ((b - a) + (d - c))/2.$$

Таким чином, за рахунок оптимізації місця розташування технічного приміщення економія кількості кабелю, що витрачається на реалізацію кожного середньостатистичного прокидання, може досягти:

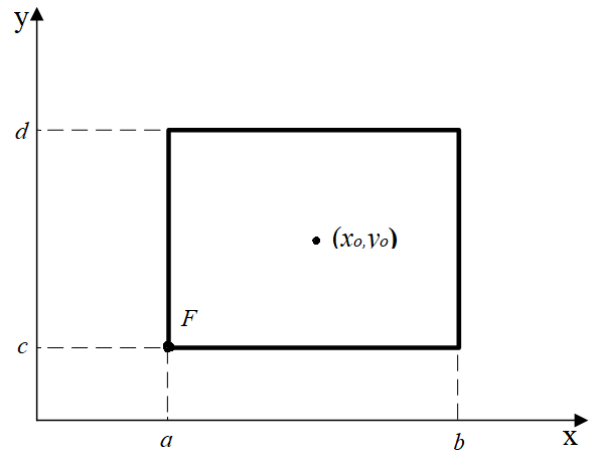


Рис. 1. Ілюстрація до визначення місцезнаходження кросової (Fig. 1. Illustration to determine the location of the cross)

$$\Delta = (l''/l') \cdot 100 = 50\%.$$

На підставі наведеної теоретичної бази проведено схематичну розробку оптимізації розміщення технічного приміщення кросової рис. 2 для планування ефективної інформаційно-комунікаційної мережі на базі технологій 5G. Керуючись даною схемою можна зробити розрахунки розташування технічного приміщення кросової та обчислити кількості кабелю, що витрачається на реалізацію підсистеми.

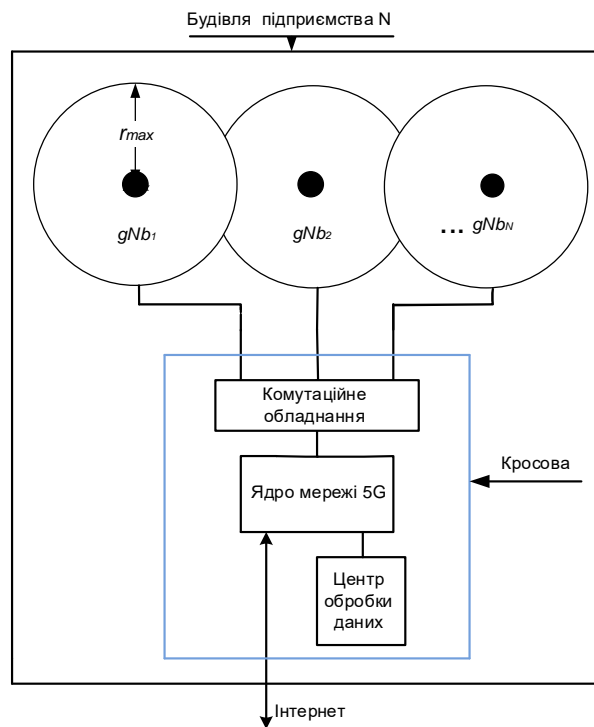


Рис. 2. Графічне представлення мережі, що проектується (Fig. 2. Graphical representation of the projected network)

Висновки

Дослідження, проведені в даній роботі, дозволили провести розробку методів удосконалення мережевої архітектури підприємств з метою подальшої оптимізації виробничих процесів.

В рамках цього було розроблено метод планування мережі 5G для автоматизації виробничих процесів підприємства, що полягає в послідовному забезпеченні проектування покриття радіомережі із визначення місця розташування кожної базової станції з використанням оптимізованої моделі оцінки втрат потужності радіосигналу на шляху розповсюдження з урахуванням обмежень по мінімальній пропускній здатності, кількості підключень та надійності та

побудови комунікаційного транспортного сегменту із визначенням оптимального місцезнаходження кросових приміщень.

Розроблений метод надає змогу проводити планування оптимальної структури стільникової мережі 5G для оптимізації виробничих процесів, оцінювати та зменшувати сукупні витрати на побудову мережі, при цьому забезпечуючи необхідні показники якості обслуговування вузлів мережі та її надійності.

REFERENCES

- Smirnova, T.V., Buravchenko, K.O., Kravchenko, S.S. & Horbov, V.O., Smirnov O.A. (2021), "Khmarna sistema pidtrymky pryiniattia rishen tekhnolohichnoho protsesu vidnovlennia poverkhon konstruktсии i detalei mashyn", *Suchasni informatsiini systemy*, Vol. 5, No. 4, pp. 79-95, DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.4.12>.
- Zhykhor, O.B. & Koval, R.A. (2012), "Vybir optimalnoho proektnoho rishennia u sytuatsii nevyznachenosti", *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, Vyp. 22.5, pp. 178-182.
- Kuny, R.L. (1981), *Pryniatyte reshenyi pry mnohykh kryteriakh: predpochteniya y zameshcheniya*, Moscow, 560 p.
- Semenov, A.B. (2010), *Proektyrovanye y raschet strukturyrovannykh kabelnykh system y ykh komponentov*, DMK Press, Kompanyia AiTy, 416 p.
- Holdshstein, B.S. & Kucheriavy, A.E. (2013), *Sety svyazy post-NGN*, BKhV-Peterburh, SPb, 160 p.
- Tykhvynskiy, V.O., Bochechka, H.S., Nurhozhyn, B.Y. & Aitmahambetov A.Z. (2016), *Sety IoT/M2M: tekhnolohyy, prylozheniya y rehulyrovanye*, Ak-Shahyl, Almaty, 324 p.
- Barabash, O.V. & Mashkov, O.A. (2004), "Vyznachennia kryteriiv i zapasu funktsionalnoi stiiykosti rozpodilenoii informatsiinoi sys-temy", *Aktualni problemy stvorennia i zastosuvannia aviatsiinykh ta kos-michnykh system*, Materialy naukovykh konferentsii: Zbirnyk naukovykh prats NAOU, NAOU, Kyiv, pp. 62 – 65.
- Fylyn, B. P. (1988), *Metody analiza strukturalnoy nadezhnosti setei svyazy*, Radio y svyaz, Moscow, 252 p.
- Smirnova, T.V., Stoliarenko, M.P., Yankov, M.O., Hrudik, V.V. & Motorin, Yu.Iu. (2021), "Model realizatsii struktury tekhnolohichnoho protsesu u khmarnomu servisi", *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho universytetu Povitrianykh Syl*, No. 4(70), pp. 132-142.
- Smirnova, T.V. (2020), "Formuvannia evrystychnykh pravyl, bazy znan ta formalizatsiia struktury y pravyl tekhnolohichnoho pro-tsesu dlia optimizatsiinoi khmarnoi informatsiinoi systemy", *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku*, No. 2 (60), pp. 101-104, DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2020.2.101>.
- Korn, H. & Korn, T. (1974), *Spravochnyk po matematyke dlia nauchnykh rabotnykov y ynzherov*, Nauka, Moscow, 832 p.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., Смірнов О.А. Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин. *Сучасні інформаційні системи*. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.4.12>.
- Жихор О.Б., Коваль Р.А. Вибір оптимального проектного рішення у ситуації невизначеності. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.5. С. 178-182/
- Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. Москва, 1981. 560 с.
- Семенов А.Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов. М.: ДМК Пресс; Компания АйТи, 2010. 416 с.
- Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пост-NGN. СПб: БХВ-Петербург, 2013. 160 с.
- Тихвинский В.О., Бочечка Г.С., Нургожин Б.И., Айтмагамбетов А.З. Сети IoT/M2M: технологии, приложения и регулирование. Алматы: Ак-Шагыл, 2016. 324 с.
- Барабаш О.В., Машков О.А. Визначення критеріїв і запасу функціональної стійкості розподіленої інформаційної системи. Матеріали науково-практичної конференції «Актуальні проблеми створення і застосування авіаційних та космічних систем». Збірник наукових праць НАОУ. К.: НАОУ, 2004. С. 62 – 65.
- Филин Б. П. Методы анализа структурной надежности сетей связи. М.: Радио и связь, 1988. 252 с.
- Смірнова Т.В., Столяренко М.П., Янков М.О., Грудік В.В., Моторін Ю.Ю. Модель реалізації структури технологічного процесу у хмарному сервісі. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2021. № 4(70). С. 132-142.
- Смірнова Т.В. Формування евристичних правил, бази знань та формалізація структури й правил технологічного процесу для оптимізаційної хмарної інформаційної системи, Системи управління, навігації та зв'язку. 2020. № 2 (60). С. 101-104. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2020.2.101>.
- Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1974. 832 с.

Received (Надійшла) 12.11.2021

Accepted for publication (Прийнята до друку) 19.01.2022

ABOUT THE AUTHORS / ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Смірнова Тетяна Віталіївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна;

Tetiana Smirnova – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of cybersecurity and software academic department, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitskiy, Ukraine;

e-mail: sm.tetyana@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6896-0612>

Буравченко Костянтин Олегович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна;

Kostiantyn Buravchenko – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of cybersecurity and software academic department, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitskiy, Ukraine;

e-mail: buravchenkok@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6195-7533>.

Щербань Андрій Васильович – аспірант, Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна;

Andrii Shcherban - PhD graduate student, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitskiy, Ukraine;

e-mail Cherban1209@gmail.com ; ORCID ID: [0000-0001-5382-1812](http://orcid.org/0000-0001-5382-1812).

Багдасарян Едуард Карапетович – аспірант, Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна;

Eduard Bahdasarian - PhD graduate student, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitskiy, Ukraine;

e-mail: dgl1734@icloud.com; ORCID ID: [orcid id 0000-0002-0423-0490](http://orcid.org/0000-0002-0423-0490).

Коваленко Анна Степанівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна;

Anna Kovalenko – candidate of technical sciences, associate professor of cybersecurity and software academic department, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitskiy, Ukraine;

e-mail: annasun911@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3610-9465>.

Проектирование и оптимизация структурированных кабельных систем для автоматизации производственных процессов предприятия

Т. В. Смирнова, К. О. Буравченко, А. В. Щербань, Э. К. Багдасарян, А. С. Коваленко

Аннотация. **Объектом исследования** является процесс усовершенствования сетевой архитектуры предприятий с целью дальнейшей оптимизации производственных процессов. **Предметом исследования** является проектирование и оптимизация структурированных кабельных систем автоматизации производственных процессов предприятия. **Целью работы** является усовершенствование метода проектирования и оптимизации структурированных кабельных систем для транспортных нужд сети сотовой связи для нужд предприятия. **В результате исследования** определено, что процесс планирования радиосети для автоматизации производственных процессов предприятия необходимо выполнять в соответствии со следующей последовательностью шагов: – проектирование покрытия радиосети по определению местоположения каждой базовой станции (в сетях 5G – gNb); построение коммуникационного транспортного сегмента с определением местонахождения кроссовых помещений. В данной работе проведены исследования, касающиеся построения коммуникационного транспортного сегмента с определением местонахождения кроссовых помещений. Для этого определена область применения статистического метода и обоснован выбор месторасположения технических помещений кроссового этажа. **Выводы.** Исследования, проведенные в данной работе, позволили провести разработку методов усовершенствования сетевой архитектуры предприятий с целью дальнейшей оптимизации производственных процессов. В рамках этого был разработан метод планирования сети 5G для автоматизации производственных процессов предприятия, заключающийся в последовательном обеспечении проектирования покрытия радиосети с определения местоположения каждой базовой станции с использованием оптимизированной модели оценки потерь мощности радиосигнала на пути распространения с учетом ограничений по минимальной пропускной способности, количества подключений и надежности и построения коммуникационного транспортного сегмента с определением оптимального месторасположения кроссовых помещений. Разработанный метод позволяет проводить планирование оптимальной структуры сотовой сети 5G для оптимизации производственных процессов, оценивать и уменьшать совокупные затраты на построение сети, при этом обеспечивая необходимые показатели качества обслуживания узлов сети и ее надежности.

Ключевые слова: структурированные кабельные системы; автоматизация производственных процессов; технологические процессы; облачные сервисы.

Design and optimization of structured cables systems for automation of production processes of the enterprise

Tetiana Smirnova, Kostiantyn Buravchenko, Andrii Shcherban, Eduard Bahdasarian, Anna Kovalenko

Abstract. **The object of research** is the process of improving the network architecture of enterprises in order to further optimize production processes. **The subject of research** is the design and optimization of structured cabling systems to automate the production processes of the enterprise. **The aim of the work** is to improve the method of designing and optimizing structured cabling systems for the transport needs of the cellular network for the needs of the enterprise. **The study determined** that the process of planning a radio network to automate production processes of the enterprise must be performed in accordance with the following sequence of steps: design of radio network coverage to determine the location of each base station (5G - gNb) and construction of communication transport segment with location cross-country premises. In this paper, research is conducted on the construction of a communication transport segment with the location of cross-country premises. For this purpose, the scope of the statistical method is determined and the choice of the location of the technical premises of the cross floor is substantiated. **Conclusions.** The research conducted in this paper allowed to develop methods for improving the network architecture of enterprises in order to further optimize production processes. As part of this, a 5G network planning method was developed to automate the production processes of the enterprise, which is to consistently ensure the design of the radio network coverage to determine the location of each base station using an optimized model to estimate the loss of radio signal power, bandwidth, number of connections and reliability and construction of the communication transport segment with the determination of the optimal location of cross-country premises. The developed method makes it possible to plan the optimal structure of the 5G cellular network to optimize production processes, evaluate and reduce the total cost of building the network, while providing the necessary indicators of service quality of network nodes and its reliability.

Keywords: structured cable systems; automation of production processes; technological processes; cloud services.