

О.В. Сидорчук¹, д-р техн. наук, професор, Р.Т. Ратушний², канд. техн. наук, доцент, В.В. Бондаренко², А.Р. Ратушний², А.М. Тризуба³, канд. техн. наук, доцент
 (¹Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»,
²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,
³Львівський національний аграрний університет)

ФОРМУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ЗОН ДІЇ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ЧАСТИН АДМІНІСТРАТИВНОЇ ОБЛАСТІ

Розкриті особливості формування територіальних зон дії пожежно-рятувальних частин адміністративної області. Подано механізм формування цінності від функціонування пожежно-рятувальних частин адміністративної області. Обґрунтовано причинно-наслідкові зв'язки між функціональними показниками систем пожежогасіння сільських поселень.

Ключові слова: зона дії, пожежно-рятувальна частина, рівень пожежної незахищеності, сільські поселення, планування.

Постановка проблеми. Пожежну безпеку сільських поселень України можна забезпечити завдяки функціонуванню системи пожежогасіння (СП) сільських поселень адміністративних областей. Максимального результату від функціонування СП сільських поселень адміністративних областей можна досягти завдяки реалізації процесів стратегічного планування [1]. Однією із невирішених задач стратегічного планування СП сільських поселень адміністративних областей є формування територіальних зон дії наявних пожежно-рятувальних частин (ПЧ) адміністративної області.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням визначення параметрів систем протипожежного захисту приділяється достатньо багато уваги [2, 3, 4, 6]. На підставі аналізу методів обґрунтування параметрів СП можна стверджувати, що в основному вони стосуються протипожежного захисту великих міст і не можуть бути використаними для сільських територій, які характеризуються малою концентрацією населення на території, мають інший характер забудови порівняно з міським, їх властива нерівномірність розподілу населених пунктів на території адміністративних областей.

У роботі [3] розроблені методи моделювання СП сільських поселень. Їх аналіз свідчить про те, що автором розроблено метод визначення місця розташування додаткової ПЧ в адміністративному районі на основі моделювання, яке базується на перебиранні усіх можливих варіантів. У роботі [4] також розглядається питання визначення місця розташування додаткових ПЧ у гірській місцевості. Зокрема, у ній удосконалено метод ідентифікації кількості та місць розташування ПЧ, обладнаних стаціонарними цистернами (об'єктів конфігурації проекту). Однак, використання цих методів для формування територіальних зон дії наявних ПЧ адміністративної області неможливе через те, що ним враховуються лише характеристики виробничих умов відповідно до окремого адміністративного району та гірських регіонів. Отже, існує потреба у розробленні методу формування територіальних зон дії наявних ПЧ адміністративної області.

Постановка завдання. Розкрити особливості формування територіальних зон дії наявних пожежно-рятувальних частин адміністративної області.

Виклад основного матеріалу. До основних показників функціонування СП, що характеризують її цінність, належать: 1) кількість людей, загиблих на пожежах (N_z); 2) матеріальні збитки від пожеж (B_c). Ці показники слід називати узагальненими. Вони оцінюються стосовно як територіальних зон дії кожного з наявних ПЧ, так і адміністративних областей та держави загалом.

Означені узагальнені показники функціонування автономних (окремих) СП визначаються такими чинниками:

$$(N_z, B_c) = f(\bar{\lambda}_n, \bar{t}_c, \bar{M}_o), \quad (1)$$

де $\bar{\lambda}_n$ – середньорічне число сільських пожеж в елементарній системі, од.; \bar{t}_2 – середня тривалість горіння об'єктів, хв.; \bar{M}_o – середня матеріальна цінність об'єктів горіння, грн.

Система пожежогасіння сільських поселень репрезентується множиною ПЧ, що територіально розосереджені у межах держави. Кожна з них має певну територіальну зону дії, яка включає множину сільських поселень, що належать до неї. Пожежу у тому чи іншому поселенні має гасити ПЧ, до зони дії якого це поселення належить. Зони дії ПЧ здебільшого визначаються за адміністративно-територіальним принципом. Водночас, території адміністративних районів є нерівномірними як за площею і кількістю поселень (населених пунктів), так і за конфігурацією та мережею доріг. Це є основною причиною значної нерівномірності рівня пожежної незахищеності окремих сільських поселень або будівель, що в них знаходяться. Знизити нерівномірність пожежної незахищеності сільських поселень можна шляхом формування ефективних територіальних зон дії наявних ПЧ адміністративної області. Це формування для адміністративних областей має базуватися на результатах оцінення рівня пожежної незахищеності, який відображає узагальнені показники цінності, що зумовлюється функціонуванням наявних ПЧ.

Рівень ($\bar{R}_{опр}$) пожежної незахищеності об'єкта горіння β -го сільського населеного пункту характеризується прогнозованим часом (t_{zo}) вільного горіння, який значною мірою визначається тривалістю $t_{об}$ перебування пожежно-рятувальних формувань на маршруті між ПЧ та цим об'єктом горіння. Тому, для будь-якого об'єкта горіння β -го поселення можемо записати:

$$\bar{R}_{опр} = f(t_{об}). \quad (2)$$

Водночас рівень $\bar{R}_{опр}$ пожежної незахищеності β -го населеного пункту визначається рівнем $\bar{R}_{опр}$ пожежної незахищеності кожного об'єкта горіння:

$$\bar{R}_{опр} = \bar{\lambda}_{n\beta} \cdot t_{об}, \quad (3)$$

де $\bar{\lambda}_{n\beta}$ – середньорічне число об'єктів горіння β -го населеного пункту.

Число потенційних об'єктів горіння того чи іншого населеного пункту є важливою підставою, яка характеризує частоту виникнення у ньому пожеж. Однак, як відомо [5], ця частість характеризується більш тісним кореляційним зв'язком з кількістю жителів сільських населених пунктів, ніж з числом потенційних об'єктів горіння. З огляду на це, рівень $\bar{R}_{нн\beta}$ пожежної незахищеності населених пунктів визначається з формули

$$\bar{R}_{нн\beta} = N_{н\beta} \cdot \bar{t}_{об}, \quad (4)$$

де $N_{н\beta}$ – кількість жителів заданого населеного пункту, осіб; $\bar{t}_{об}$ – середня тривалість перебування пожежно-рятувальних формувань на маршруті між ПЧ і населеним пунктом, хв.

Використати для формування ефективних територіальних зон дії ПЧ адміністративної області ретроспективні дані про функціонування цих ПЧ не має змоги з двох причин. По-перше, ретроспективні дані відображають функціонування ПЧ стосовно адміністративних районів, території яких не є ефективними територіальними зонами дії цих частин. По-друге, наявна інформація, на наш погляд, не повною мірою відображає усі складові процесу пожежогасіння. Зокрема, у ній відсутні дані про середню швидкість руху пожежних автомобілів до місця пожеж, причини можливих затримок під час руху, матеріальні збитки від пожеж до моменту початку їх гасіння тощо. З огляду на це, прогнозування показників цінності функціонування СП (показників цінності цих систем), сформованих на основі наявних ПЧ із ефективними територіальними зонами дії, які не збігаються із територіями адміністративного поділу областей на райони, можливе лише за допомогою моделювання.

Для цього більш детально розкриємо механізм формування цінності СП. Середньорічне число пожеж ($\bar{\lambda}_n$) зумовлюється такими основними причинами: числом потенційних об'єктів

горіння (будівель) сільських поселень) (N_δ), кількістю населення, що проживає на заданій території (N_n), а також рівнем дотримання сільськими жителями правил пожежної безпеки (K_{mn}):

$$\bar{\lambda}_n = f(N_\delta, N_n, K_{mn}). \quad (5)$$

Середня тривалість горіння пожежі складається із таких елементів:

$$\bar{t}_e = \bar{t}_o + \bar{t}_z + \bar{t}_d + \bar{t}_p + \bar{t}_{za}, \quad (6)$$

де \bar{t}_o – середній час від моменту загоряння об'єктів до отримання ПЧ повідомлення про пожежу, хв; \bar{t}_z – середня тривалість підготовки рятувальних формувань до виїзду, хв; \bar{t}_d – середня тривалість перебування рятувальних формувань у дорозі, хв; \bar{t}_p – середня тривалість розгортання рятувальних формувань, хв; \bar{t}_{za} – середня тривалість гасіння, хв.

Час \bar{t}_o отримання ПЧ інформації про виникнення пожежі залежить від багатьох чинників. Він є малокерованим і зумовлюється станом інформаційного зв'язку. Час \bar{t}_z підготовки пожежно-рятувальних формувань до виїзду на пожежі залежить від підготовленості пожежників-рятувальників. Час \bar{t}_d перебування рятувальних формувань у дорозі є функцією таких аргументів: середньої віддалі (шляху) \bar{L}_{nz} між ПЧ і об'єктами горіння та середньої швидкості \bar{V}_n руху рятувальних формувань до пожеж:

$$t_d = f(L_{nz}, \bar{V}_n). \quad (7)$$

Середня швидкість V_n руху пожежно-рятувальних формувань на пожежі своєю чергою, зумовлюється швидко-технічними характеристиками (T_{ur}) пожежних автомобілів, а також характеристиками (D_e) доріг, що сполучають ПЧ з об'єктами горіння:

$$\bar{V}_n = f(T_{ur}, D_e), \quad (8)$$

Середня тривалість \bar{t}_p розгортання пожежних формувань залежить від зовнішніх просторових параметрів (Z_n) об'єктів горіння, а також злагодженої взаємодії пожежників-рятувальників (P_o).

$$\bar{t}_p = f(Z_n, P_o) \quad (9)$$

Що стосується середньої тривалості \bar{t}_{zo} гасіння пожеж, то вона залежить від характеристик Π_γ об'єкта горіння, параметрів (θ_γ) пожежі на момент початку гасіння, техніко-функціональних (T_{fr}) характеристик r -х пожежно-рятувальних формувань, а також їх кількості (N_r):

$$\bar{t}_{zo} = f(\Pi_\gamma, \theta_\gamma, T_{fr}, N_r), \quad (10)$$

Зазначимо, що параметри θ_γ пожежі γ -го об'єкта на момент початку його гасіння залежать від його характеристик Π_γ та тривалості t_{zn} горіння до моменту початку гасіння:

$$\theta_\gamma = (\Pi_\gamma, t_{zn}). \quad (11)$$

Водночас середній час \bar{t}_{zn} горіння об'єкта від моменту його загоряння до моменту початку гасіння складається із таких елементів:

$$\bar{t}_{zn} = \bar{t}_o + \bar{t}_z + \bar{t}_d + \bar{t}_p. \quad (12)$$

Іншими словами, цей час (тривалість) залежить як від своєчасності повідомлення, так і від оперативності прибуття та розгортання пожежно-рятувальних формувань. Своєчасність повідомлення (\bar{t}_o), як і обставини виникнення пожежі, не залежать від функціонування СП. Вони є зовнішніми чинниками, що зумовлюють потребу функціонування цих систем, а тому, оцінюючи річне число своєчасно погашених пожеж, час t_o до уваги брати не слід.

Розкритий механізм формування цінності та причинно-наслідкові зв'язки між функціональними показниками СП сільських поселень дають підстави стверджувати, що для оцінення їх показників цінності слід розглядати територіальні зони дій кожної ПЧ. Ці зони, як уже згадувалося, на відміну від адміністративного поділу територій областей, системно враховують вплив територіального розподілу зон дії кожної наявної ПЧ на показники цінності (результативність) пожежогасіння сільських поселень як окремих адміністративних облас-

тей, так і держави загалом. А тому важливим етапом оцінення показників цінності СП адміністративних областей є системне встановлення елементарних територіальних зон дії наявних ПЧ, яке належить до складових процесу моделювання СП.

Визначення територіальних зон дії ПЧ поділяється на орієнтовне та уточнене. Такий поділ відповідної управлінської операції потрібний для того, щоб пришвидшити процес формування портфелів проектів. Орієнтовна ідентифікація виконується з метою встановлення площ територіальних зон дії СП для орієнтування у пошуку населених пунктів з високим рівнем пожежної незахищеності. Уточнена ідентифікація територіальних зон дії СП виконується з метою встановлення належності населених пунктів до однієї з альтернативних територіальних зон дії суміжних ПЧ та остаточного з'ясування так званих проблемних населених пунктів, рівень пожежної незахищеності яких є максимальним, що своєю чергою зумовлює потребу у виконанні відповідних проектів та визначенні складу їх портфелів.

Визначення територіальних зон дії наявних ПЧ виконаємо на прикладі Львівської області. У результаті аналізу інформації Головного управління державної служби України із надзвичайних ситуацій у Львівській області встановлено, що у цій області гасіння пожеж здійснюється 59 ПЧ. Сім ПЧ знаходиться безпосередньо у м. Львові. Усі інші – у населених пунктах області. Виконавши триангуляцію Делоне [7] та побудувавши діаграму Вороного [8], визначимо територіальні зони дії кожної із 59 ПЧ. Площі територіальних зон дії ПЧ, розташованих у м. Львові, не визначаємо. Площі територіальних зон дії інших ПЧ визначаємо з урахуванням наявності внутрішніх, прикордонних, міжобласних та прикордонно-міжобласних СП сільських поселень.

Внутрішніх СП виявлено двадцять сім. Площа території цих СП змінюється від 154,2 км² (ПЧ м. Трускавець) до 614,5 км² (ПЧ м. Самбір). Кількість жителів цих СП змінюється в межах 11357 осіб (ПЧ смт. Олесько) до 112996 осіб (ПЧ м. Дрогобич). Число поселень, що знаходяться на території цих СП, змінюється від 5 поселень (ПЧ м. Трускавець) до 67 поселень (ПЧ м. Самбір).

Аналіз СП, сформованих на основі ПЧ, які належать до прикордонних, свідчить, що таких систем нараховується вісім. Площа території прикордонних СП змінюється в межах від 419,0 км² (ПЧ м. Немирів) до 720,4 км² (ПЧ м. Старий Самбір). Число населених пунктів, які територіально належать до зон дії цих систем, знаходиться в межах від 13 поселень (ПЧ м. Червоноград) до 67 поселень (ПЧ м. Рава-Руська). Число жителів, які проживають на території зон дії прикордонних СП, змінюється від 21348 осіб (ПЧ м. Немирів) до 77951 осіб (ПЧ м. Червоноград).

Розглядаючи множину СП, сформовану на базі міжобласних ПЧ, приходимо до висновку, що таких СП нараховується 14 одиниць. Найбільшу площу території має СП, сформована на базі ПЧ м. Славське (10109 км²). Найменшу площу території множини міжобласних СП має система, сформована на базі ПЧ м. Дашава (284,1 км²). Що стосується числа поселень, які територіально належать до зон дії міжобласних СП, то воно змінюється в межах від 15 поселень (ПЧ м. Сколе) до 51 поселення (ПЧ м. Сокаль). Кількість жителів міжобласних СП змінюється від 8401 осіб (ПЧ м. Поморяни) до 52587 осіб (ПЧ м. Сокаль). До прикордонно-міжобласних елементарних СП належать дві, сформовані на базі ПЧ м. Сокаль і смт. Бориня.

Таким чином, використання системно-геометричного методу визначення територіальних зон дії наявних ПЧ дало змогу визначити для 52 ПЧ їх зони дії та основні параметри цих зон. Значна нерівномірність площ територій цих зон є однією з основних підстав твердження про суттєву нерівномірність рівня пожежної незахищеності окремих населених пунктів через значну віддалі їх розташування від наявних ПЧ (рис. 1).

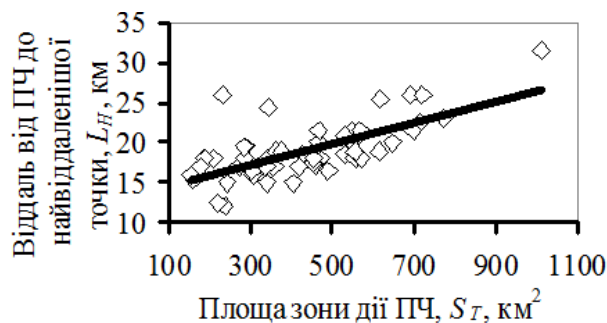


Рис. 1. Залежність віддалі L_H між пожежною частиною та найвіддаленішим кутом її територіальної зони дії від площі S_T цієї зони

Як уже згадувалося, рівень пожежної незахищеності визначається насамперед віддалю між наявною ПЧ та населеним пунктом. З огляду на це, для кожної СП, сформованої на основі орієнтовного визначення територіальних зон дії наявних ПЧ, визначено віддаль від ПЧ до найвіддаленішої вершини відповідного багатокутника. Очевидно, що чим більша площа (S_T) території зони дії тієї чи іншої ПЧ, тим мала б бути більшою віддаль (L_H) між ПЧ та точкою найвіддаленішого кута [9]. У нашому випадку, для СП населених пунктів Львівської області з урахуванням територіальних зон дії ПЧ м. Львова, а також територіальних зон дії міжобласних ПЧ встановлено дещо іншу, порівняно з відомою [9], кореляційну залежність (див. рис. 1):

$$L_H = 0.0132S_T + 13.395. \quad (13)$$

Зазначимо, що у цьому разі не бралися до уваги територіальні зони дії прикордонних ПЧ. Наявність цієї логічної кореляційної залежності свідчить про те, що слід аналізувати площі територіальних зон дії наявних ПЧ, які для внутрішніх і міжобласних СП населених пунктів Львівської області характеризується відповідним розподілом (рис. 2), який описується законом Вейбулла:

$$f(S_T) = 0.005 \left(\frac{S_T - 154.52}{317.9} \right)^{0.61} \cdot \exp - \left(\frac{S_T - 154.52}{317.9} \right)^{1.61}. \quad (14)$$

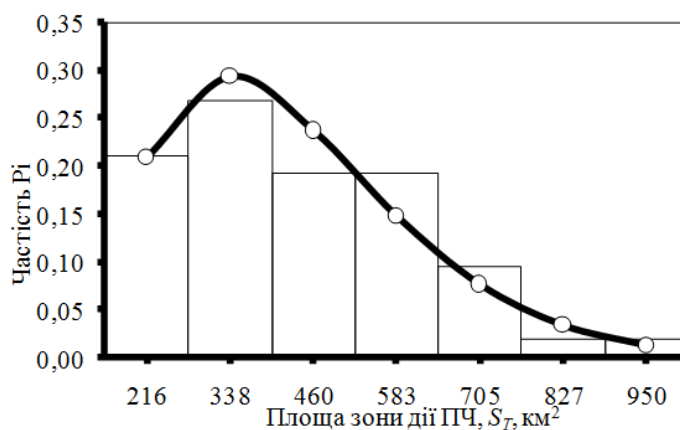


Рис. 2. Розподіл площі територіальних зон дії наявних пожежних частин

На основі розподілу площі територіальних зон дії наявних ПЧ можна стверджувати, що ймовірність виявлення населених пунктів з великим рівнем пожежної незахищеності буде більшою за умови зростання площі територіальної зони дії ПЧ. А тому пошук поселень з високим рівнем пожежної незахищеності слід розпочинати в територіальних зонах дії ПЧ з максимальними площами.

Максимальна площа територіальної зони дії ПЧ (СП) належить ПЧ м. Сколе ($S_T = 1010,9 \text{ км}^2$). Починаючи з цієї площі, усі інші СП є меншими. Знайдемо діапазон площ територіальної зони дії для десяти найбільших СП (табл.).

Таким чином, бачимо, що для десяти найбільших територіальних зон дії СП їх площа змінюється в межах $558,5 \dots 1010,9 \text{ км}^2$. Очевидно у цих зонах слід шукати населені пункти з максимальним рівнем пожежної незахищеності, стосовно яких потрібно здійснити пріоритетні перетворення СП сільських поселень.

Таблиця 1

Характеристика територіальних зон дії десяти найбільших СП сільських поселень Львівської області

№ з/п	Назва місця розташування ПЧ	Умовне позначення	Площа, км ²	Кількість населених пунктів	Кількість жителів	Число кутів багатокутника	Належність
1	м. Славське	Св	1010,9	28	22834	5	м
2	смт. Бориня	Бн	775,4	34	23698	5+к	п-м
3	м. С.Самбір	СС	720,4	48	39749	4+к	п
4	м. Лопатин	Лп	713,1	46	22483	7	м
5	м. Сколе	Ск	697,8	15	21217	5	м
6	м. Рава-Руська	РР	690,9	67	36364	4+к	п
7	м. Мостиська	Мс	646,6	66	41917	4+к	п
8	м. Підкамінь	Пд	569,2	34	17692	8	м
9	м. Рудки	Рк	568,5	52	36866	6	в
10	м. Самбір	См	614,5	67	78971	6	в

Висновки. 1. Для отримання максимальної цінності від функціонування систем пожежогасіння сільських поселень адміністративних областей слід вирішувати задачу формування територіальних зон дії наявних пожежно-рятувальних частин адміністративної області. 2. Виконаний аналіз науково-методичних засад визначення параметрів систем протипожежного захисту свідчить про те, що їх використання для формування територіальних зон дії наявних пожежно-рятувальних частин адміністративної області неможливе через те, що у них не врахована специфіка умов функціонування пожежно-рятувальних частин сільських поселень. 3. Розкритий механізм формування цінності та причинно-наслідкові зв'язки між функціональними показниками систем пожежогасіння сільських поселень дають підстави стверджувати, що для визначення їх показників цінності слід розглядати територіальні зони дій кожної пожежно-рятувальної частини. 4. Використання системно-геометричного методу визначення територіальних зон дії наявних пожежно-рятувальних частин дало змогу визначити для 52 пожежно-рятувальних частин їх зони дії та основні параметри цих зон.

Список літератури:

- Сидорчук О. В.** Управління оцінюванням у програмах реінжинірингу систем пожежогасіння сільських поселень / О. В. Сидорчук, В. В. Бондаренко, А. Р. Ратушний // Управління проектами: стан та перспективи : Тези доп. ІХ-ї Міжн. конф. – Миколаїв: МНУК, 2013. – С.343-345.
- Брушлинский Н. Н.** Вероятностная модель процесса функционирования оперативных отделений пожарной охраны / Н. Н. Брушлинский, В. А. Семиков // Экономика и управление в пожарной охране: Сб. науч. тр. – М. : ВНИИПО, 1985.–С. 75-79.

3. Ратушний Р. Т. Методи та моделі управління конфігурацією проекту удосконалення системи пожежогасіння у сільському адміністративному районі (на прикладі Львівської області): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук 05.13.22 / Р. Т. Ратушний. – Львів, 2005. – 19 с.

4. Завер В. Б. Методи та моделі ідентифікації конфігурації проектів реінжинірингу систем пожежогасіння гірських лісових масивів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / В. Б. Завер. – Львів, 2012. – 22 с.

5. Брушлинский Н. Н. О критериях эффективности и качества функционирования пожарной охраны / Н. Н. Брушлинский, Н. Н. Соколов // Вопросы экономики в пожарной охране : Сб. науч. тр. – М. : ВНИИПО МВД СССР, 1978. – С. 3–9.

6. Минаев С. Н. Имитационная система моделирования пожарной охраны города / С. Н. Минаев, Ю. В. Геронимус, В. Ю. Ширеев // Вопросы экономики в пожарной охране : Сб. науч. тр. – М. : ВНИИПО, 1981. – С. 56-65.

7. Скворцов А. В. Триангуляция Делоне и её применение / А. В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.

8. Klein R. Concrete and Abstract Voronoi Diagrams. – Berlin: Springer, 1989. – (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 400).

9. Босак В. В. Профілювання місії державної цільової соціальної програми цивільного захисту : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук 05.13.22 / В. В. Босак. – Львів, 2011. – 20 с.

А.В. Сидорчук, Р.Т. Ратушний, В.В. Бондаренко, А.Р. Ратушний, А.М. Тригуба

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЗОН ДЕЙСТВИЯ ИМЕЮЩИХСЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ АДМИНИСТРАТИВНОЙ ОБЛАСТИ

Раскрыты особенности формирования территориальных зон действия пожарно-спасательных частей административной области. Представлен механизм формирования ценности от функционирования пожарно-спасательных частей административной области. Обоснованно причинно-следственные связи между функциональными показателями систем пожаротушения сельских поселений.

Ключевые слова: зона действия, пожарно-спасательная часть, уровень пожарной защищенности, сельские поселения, планирование.

О.В. Sydorчук, R. T. Ratushnyi, V. V. Bondarenko, A. R. Ratushnyi, A. M. Tryhuba

THE FORMATION OF TERRITORIAL COVERAGE AREAS OF FIREFIGHTING UNITS IN ADMINISTRATIVE DISTRICT

The features of the formation of territorial coverage areas of firefighting units in administrative districts were identified. The mechanism of values formation from operation of the existing fire-rescue area of the administrative region are given. The cause-and-effect relationships between functional parameters of extinguishing systems in rural settlements were justified.

Key words: coverage, firefighting coverage area, level of fire vulnerability, rural settlement planning.

