

УДК 621.395

DOI: 10.22213/2413-1172-2023-1-84-90

Повышение эффективности проектирования антенно-мачтовых сооружений сотовой связи на основе оценки конструктивных решений

Н. Л. Тарануха, доктор экономических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия
М. Ю. Новиков, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

Представлено исследование отдельного и совокупного влияния факторов на показатели металлоемкости и удельной себестоимости антенно-мачтовых сооружений сотовой связи.

Высокая важность наличия беспроводной связи и интернета, а также появление более скоростных сетей нового поколения требуют строительства большого количества антенно-мачтовых сооружений сотовой связи. Ввиду изменения требований сотовых операторов к несущей способности опор необходимы пересмотр и корректировка имеющихся проектов с подбором новых конструктивных элементов и сечений под текущие условия строительства с дальнейшим выполнением расчета нагрузочной способности. Для снижения трудоемкости процесса проектирования предлагается производить предварительную оценку принятых конструктивных решений по критериям эффективности, в качестве которых в исследовании рассматриваются металлоемкость и удельная себестоимость выполнения строительно-монтажных работ. Численное значение критериев формируется в ходе анализа опыта строительства антенно-мачтовых сооружений по проектам-аналогам.

На основании данных проведенных исследований количественной оценки факторов, оказывающих влияние на металлоемкость и удельную себестоимость, установлено, что такими показателями выступают площадь, вес и усредненная высота подвеса монтируемого на опоре оборудования. Для нахождения зависимостей и построения графиков между отдельными факторами и показателями металлоемкости и удельной себестоимости строительства в базисном уровне цен использован корреляционно-регрессионный анализ. Комплексное влияние всех факторов на критерии эффективности может быть учтено при помощи сформированной авторами многофакторной регрессионной модели.

Использование результатов исследования позволит повысить эффективность проектирования антенно-мачтовых сооружений сотовой связи.

Ключевые слова: антенно-мачтовое сооружение, опора, связь, факторы, показатели, критерий, эффективность.

Введение

Последние 15–20 лет в России характеризуются интенсивным развитием систем сотовой связи и мобильного интернета. Ключевые задачи отрасли – покрытие сетями всё больших территорий и обеспечение стабильности и высокой скорости передачи данных [1, 2]. Для этого проектируется и монтируется большое количество типов антенно-мачтовых сооружений: традиционные решетчатые башни и мачты, а также сплошностенчатые металлические стойки-столбы с надстройками и опоры двойного назначения [3]. При этом наиболее востребованными из приведенного перечня являются сплошностенчатые опоры. С их помощью передающие устройства поднимают на высоту, увеличивая тем самым зону покрытия.

На текущий момент происходит постоянная актуализация требований сотовых операторов к несущей способности антенно-мачтовых сооружений сотовой связи ввиду изменения необходимого состава, габаритных размеров и весовых характеристик антенн и прочего оборудо-

вания [4]. В связи с этим необходимо совершенствование технологии проектирования опор с возможностью быстрой оптимизации проектных решений, включающих геометрические параметры и характеристики сечения, под текущие требования заказчика и окружающие условия, что позволит значительно снизить вероятность нерационального выбора конструктивных элементов и неоправданного увеличения стоимости строительства объекта [5]. При этом эффективные и обоснованные решения могут быть приняты лишь с учетом анализа ранее примененных проектных решений [6, 7].

Целью статьи является определение, количественная оценка и выявление закономерностей влияния ряда факторов на результирующие показатели, по которым можно дать оценку эффективности принимаемых решений при проектировании антенно-мачтовых сооружений на примере металлических столбов с площадками обслуживания на основе анализа имеющегося опыта при строительстве аналогичных объектов.

Количественная оценка факторов

Наибольшее влияние на проектируемое антенно-мачтовое сооружение оказывают такие исходные факторы, как суммарная площадь, необходимая высота размещения оборудования и его вес. Оценку проекта с учетом вышеперечисленных параметров на этапе разработки можно провести, выбрав в качестве меры эффективности определенные показатели – критерии эффективности принимаемых решений [8, 9].

Критерий эффективности можно определить как численно и функционально выраженное свойство системы, с помощью которого может быть оценена степень ее адаптированности к выполнению поставленных задач. Среди наи-

более часто употребляемых в области строительства критериев эффективности можно выделить обобщенные показатели, а именно: трудоемкость строительства, материалоемкость, показатель эксплуатации, сметная стоимость объекта [10]. Применительно к представленному исследованию наиболее остро стоит вопрос оценки материалоемкости (металлоемкости конструкций наземной части) и себестоимости выполнения строительного-монтажных работ [11].

Для определения степени влияния исходных параметров на критерии эффективности необходимо установить количественные показатели факторов, приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Количественные показатели факторов и критериев эффективности

Table 1. Quantitative indicators of factors and performance criteria

№ п/п	Значение удельной себестоимости выполнения строительно-монтажных работ по объектам в базисном уровне цен (руб./пог.м)	Вес металлоконструкций наземной части опоры, т	Значения фактора X_1 (площадь оборудования, м ²)	Значение фактора X_2 (вес оборудования, кг)	Значение фактора X_3 (усредненная высота подвеса, м)
1	3614,83	6,63	7,31	555	28,41
2	3190,31	5,64	6,34	450	28,98
3	3712,62	6,86	8,69	755	27,58
4	4300,64	8,07	10,32	825	28,94
5	4424,04	8,37	10,76	870	27,79
6	3549,56	6,67	7,54	575	28,27
7	4303,27	9,40	11,16	557	34,55
8	4037,93	8,50	9,82	480	30,00
9	4115,86	8,60	10,03	507	34,33
10	4021,56	9,87	9,18	611	37,65
11	4708,56	11,77	10,30	736	38,28

Значения изучаемых признаков получены путем систематизации информации о строительстве антенно-мачтовых сооружений сотовой связи.

Фактор X_1 отражает влияние площади проектируемого оборудования, которое должно быть установлено на опоре. Количественно площадь оборудования S , м², находится сложением предварительно перемноженных габаритных размеров панельных антенн, антенн радиорелейной связи, радиомодулей, радиоблоков и прочих передающих устройств, проектируемых на опоре:

$$S = \sum S_i,$$

где $S_i = a_i b_i$ – площадь i -го устройства; a_i, b_i – габаритные размеры i -го устройства.

Пределы значений анализируемых показателей определяются согласно техническим заданиям заказчиков – сотовых операторов. Диапа-

зон вариации показателя S определен в границах $6,3 \leq S \leq 11,2$.

Фактор X_2 , как и предыдущий, характеризует несущую способность проектируемого металлического столба с площадкой обслуживания и определяется допускаемым суммарным весом монтируемого оборудования P , кг:

$$P = \sum P_i,$$

где P_i – вес i -го устройства, размещаемого на опоре.

Значение P меняется в границах $450 \leq P \leq 870$.

Фактор X_3 определяется усредненной высотой подвеса проектируемого оборудования, которое ввиду количества размещается на разных высотных отметках: на уровне площадки обслуживания и на трубостойках, размещаемых на теле столба. Определяющее значение этого параметра выражается в установлении общей вы-

соты антенно-мачтового сооружения сотовой связи. Очевидно, что с увеличением высоты меняются параметры ветра и ветровой нагрузки, действующих на элементы конструкции и размещаемые антенны [12, 13]. Усредненную высоту подвеса, м, можно определить по формуле

$$h = \frac{\sum h_i n_i}{n},$$

где h_i – высота подвеса i -го оборудования; n_i – количество антенн, расположенных на i -той высоте; n – общее количество проектируемых передающих устройств.

Показатель h изменяется в диапазоне $27,5 \leq h \leq 38,5$.

Приведенные значения отобранных факторов приняты для дальнейших исследований.

Закономерности влияния факторов на критерии эффективности

В научно-исследовательских работах наиболее часто используемыми инструментами, позволяющими установить зависимость результирующих показателей от отдельных факторов,

являются теория корреляции и регрессионный анализ [14, 15].

Проведение корреляционно-регрессионного анализа включает в себя следующие задачи:

- проверка существования связи (корреляции) между отдельными факторами;
- вывод формулы и определение параметров уравнения регрессии;
- установление значимости и проверка достоверности полученной зависимости [16].

Для проведения исследования целесообразно использование специальных компьютерных программ для расчета основных параметров корреляционно-регрессионных моделей, построения графиков и проверки их значимости [17]. В ходе работы применялась программа Microsoft Excel с пакетом «Анализ данных».

В результате проведенных расчетов был сделан вывод, что параболическая зависимость между отдельными факторами и критериями эффективности имеет значительную тесноту корреляции и является наиболее предпочтительной.

На рисунках 1–6 представлены уравнения регрессии и графики зависимостей, сформированные на основании анализа данных таблицы 1.



Рис. 1. Влияние площади оборудования на вес металлоконструкций опоры

Fig. 1. Influence of equipment area on the weight of support metal structures



Рис. 3. Влияние усредненной высоты подвеса оборудования на вес металлоконструкций опоры

Fig. 3. Influence of the average equipment suspension height on the weight of the support metal structures



Рис. 2. Влияние веса оборудования на вес металлоконструкций опоры

Fig. 2. Influence of equipment weight on the weight of support metal structures



Рис. 4. Влияние площади оборудования на удельную себестоимость работ

Fig. 4. Influence of equipment area on the unit cost of work

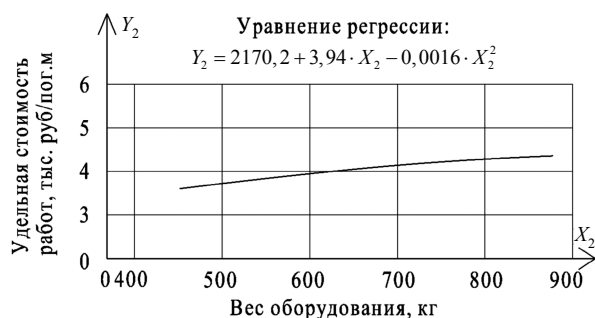


Рис. 5. Влияние веса оборудования на удельную себестоимость работ

Fig. 5. The effect of equipment weight on the unit cost of work



Рис. 6. Влияние усредненной высоты подвеса оборудования на удельную себестоимость работ

Fig. 6. Influence of the average height of equipment suspension on the unit cost of work

Многофакторная модель для расчета критерия эффективности принимаемых конструктивных решений

Зависимость, учитывающая все входные данные в совокупности и позволяющая на достаточно высоком уровне осуществлять расчет критериев эффективности (удельной себестоимости выполнения строительно-монтажных работ и металлоемкости), может быть получена при формировании модели множественной корреляции.

Многофакторная зависимость в общем виде может быть представлена следующим образом:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n).$$

Для построения модели, позволяющей установить количественную связь между совокупностью факторов X_i и результирующим показателем Y , факторы должны обладать рядом свойств:

- должны быть представлены числами;
- наличие логической связи между фактором и результирующим показателем;
- отсутствие мультиколлениарности, что вызвано требованием как можно меньшей зависимости между отдельными факторами [18].

Многофакторная зависимость чаще всего выражается линейным уравнением

$$y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_iX_i + \dots + a_nX_n,$$

где y – расчетное значение результирующего показателя; X_i – численно выраженные значения факторов; a_0 – свободный член уравнения регрессии; a_i – коэффициенты при факторах [19].

Наличие корреляционной связи и проверка исследуемых факторов на мультиколлениарность осуществляется при построении матрицы коэффициентов парной корреляции [20] (табл. 2, 3).

Таблица 2. Парные коэффициенты корреляций между факторами и показателем металлоемкости наземной части опоры

Table 2. Paired correlation coefficients between the factors and the indicator of the metal content of the ground part of the support

	X_1	X_2	X_3	Y_1
X_1	1			
X_2	0,46788	1		
X_3	0,41647	-0,1308	1	
Y_1	0,74668	0,2696	0,84688	1

Таблица 3. Парные коэффициенты корреляций между факторами и показателем удельной себестоимости строительства опоры

Table 3. Paired correlation coefficients between the factors and the indicator of the unit cost of the support construction

	X_1	X_2	X_3	Y_2
X_1	1			
X_2	0,46788	1		
X_3	0,41647	-0,1308	1	
Y_2	0,90621	0,5839	0,47309	1

Между рассмотренными факторами отсутствует тесная связь, следовательно, необходим учет всех трех факторов.

В ходе вычислений параметров регрессионной модели была получена следующая зависимость для оценки металлоемкости столба с площадкой обслуживания:

$$Y_1 = -6,691 + 0,3882X_1 + 0,00244X_2 + 0,31234X_3, \quad (1)$$

где Y_1 – критерий оценивания факторов (металлоемкость); X_1, X_2, X_3 – показатели, численно отражающие факторы.

Результаты расчета приведены в таблице 4.

Для проверки значимости регрессионной модели используется критерий Фишера. Расчетное

значение критерия $F_p = 31,708$. Табличное значение критерия Фишера (F_t) для 5%-го уровня распределения при количестве наблюдений $n = 11$ и количестве коэффициентов в уравнении регрессии $k = 3$, $4,07 < F_p$.

Таблица 4. Показатели уравнения (1)

Table 4. Equation (1) indicators

Множественный коэффициент корреляции, R	0,965
Коэффициент детерминации D	0,931
Нормированный коэффициент детерминации, D_n	0,902
Средняя ошибка аппроксимации, ϵ	456,0509

Для оценки удельной себестоимости строительства металлического столба с площадкой обслуживания уравнение множественной линейной регрессии имеет вид

$$Y_2 = 873,6164 + 186,5964X_1 + 0,9251X_2 + 25,422X_3, \quad (2)$$

где Y_2 – критерий оценивания факторов (удельная стоимость в базисном уровне цен).

Результаты расчета приведены в таблице 5.

Таблица 5. Показатели уравнения (2)

Table 5. Equation (2) indicators

Множественный коэффициент корреляции, R	0,945
Коэффициент детерминации D	0,892
Нормированный коэффициент детерминации, D_n	0,846
Средняя ошибка аппроксимации, ϵ	262,8081

Расчетное значение критерия Фишера $F_p = 19,304$.

Таким образом, оба уравнения обладают достаточной значимостью и на хорошем уровне отражают многофакторную зависимость от выбранных к рассмотрению показателей.

Выводы

1. Определены критерии эффективности принимаемых решений и факторы, которые в наибольшей степени влияют на проектируемую конструкцию антенно-мачтового сооружения.

2. Произведена количественная оценка изучаемых факторов на основе систематизации информации по строительству антенно-мачтовых сооружений сотовой связи.

3. С использованием методов корреляционно-регрессионного анализа установлены зависимости между отдельными факторами и показателями металлоемкости и удельной себестоимости

строительства металлического столба с площадкой обслуживания.

4. Сформированы многофакторные зависимости, учитывающие комплексное влияние факторов на рассматриваемые критерии эффективности.

Библиографические ссылки

1. Голиков А. В., Терновой В. А., Габова В. В. Метод усиления решетчатых башен // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 1 (86). С. 18–32.

2. Лохвицкий М. С., Сорокин А. С., Шорин О. А. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование : монография. М. : Горячая линия-Телеком, 2018. 264 с. ISBN 978-5-9912-0757-7.

3. Закурдаева О. Н., Голиков А. В. Повреждаемость антенно-мачтовых сооружений сотовой связи // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 4 (67). С. 72–85.

4. Колодежнов С. Н. Разработка концепции наращивания мачтового сооружения связи // Строительная механика и конструкции. 2018. № 1 (16). С. 86–96.

5. Голиков А. В., Михальчонок Е. А., Мельникова Ю. А. Анализ влияния типа решетки на распределение усилий в элементах башни // Инженерный вестник Дона. 2019. № 4 (55). С. 53–64.

6. Лебедев В. М. Системотехника и системокванты строительного производства : монография. М. : ИНФРА-М, 2018. 226 с. ISBN 978-5-16-013333-1.

7. Голубова О. С., Костюкова С. Н. Методологические основы оценки эффективности деятельности строительной организации : монография. Минск : БНТУ, 2019. 226 с. ISBN 978-985-583-495-4.

8. Пиляй А. И. Информационная модель оценки конструктивных решений в строительстве // Экономика строительства. 2022. № 6. С. 98–103.

9. Сборщиков С. Б., Бахус Е. Е. Многофакторная параметрическая модель эффективности организационных решений по обеспечению качества строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 12. С. 60–67.

10. Тарануха Н. Л., Папунидзе П. Н. Комплексная оценка и выбор проектных решений в строительстве : монография. Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2009. 204 с. ISBN 978-5-7526-0416-4.

11. Голиков А. В., Михальчонок Е. А. Определение рациональной конструктивной формы башен сотовой связи // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20, № 2. С. 163–173.

12. Рутман Ю. Л., Островская Н. В. Динамика сооружений: сейсмостойкость, сейсмозащита, ветровые нагрузки : монография. СПб. : СПбГАСУ, 2019. 253 с. ISBN 978-5-9227-0929-3.

13. Перельмутер А. В. Становление и развитие ключевых идей проектирования высотных конструк-

ций антенных сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 1. С. 10–20.

14. Малахова О. С., Кузнецова О. А., Кузнецов А. В. Корреляционно-регрессионный анализ зависимости выручки предприятия от факторов внешнеэкономической деятельности // Прикладная математика и вопросы управления. 2019. № 1. С. 113–123.

15. Большакова Л. В., Литвиненко А. Н. Методика применения статистического пакета анализа для проведения корреляционно-регрессионного анализа в ходе экономических исследования // Вестник экономической безопасности. 2021. № 3. С. 259–265.

16. Орлова И. В., Турундаевский В. Б. Многомерный статистический анализ при исследовании экономических процессов. М. : МЭСИ, 2014. 190 с.

17. Шелехова Л. В., Грушевский С. П. Статистические методы в педагогических исследованиях с использованием Microsoft Excel : монография. Краснодар : Кубанский государственный университет, 2019. 316 с. ISBN 978-5-8209-1585-7.

18. Орлова И. В. Подход к решению проблемы мультиколлинеарности при анализе влияния факторов на результирующую переменную в моделях регрессии // Фундаментальные исследования. 2018. № 3. С. 58–63.

19. Яроменко Н. Н., Бубенок Е. Д., Хахалева Е. А. Корреляционно-регрессионный анализ как способ прогнозирования экономического развития предприятия // Вестник Академии знаний. 2021. № 44 (3). С. 249–252.

20. Баврина А. П., Борисов И. Б. Современные правила применения корреляционного анализа // Медицинский альманах. 2021. № 3 (68). С. 70–79.

References

1. Golikov A.V., Ternovoy V.A., Gabova V.V. (2022) [Lattice tower reinforcement method]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, 2022, no. 1 (86), pp. 18-32 (in Russ.).

2. Lokhvitskiy M.S., Sorokin A.S., Shorin O.A. (2018) *Mobil'naya svyaz': standarty, struktury, algoritmy, planirovaniye* [Mobile communications: standards, structures, algorithms, planning]. Moscow: Goryachaya liniya-Telekom Publ., 264 p. (in Russ.). ISBN 978-5-9912-0757-7.

3. Zakurdaeva O.N., Golikov A.V. (2018) [Damageability of antenna-mast structures of cellular communication]. *Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy*, 2018, no. 4 (67), pp. 72-85 (in Russ.).

4. Kolodezhnov S.N. (2018). [Development of the concept of building up a communication mast structure]. *Stroitel'naya mekhanika i konstruksii*, 2018, no. 4 (67), pp. 72-85 (in Russ.).

5. Golikov A.V., Mikhachonok E.A., Melnikova Yu.A. (2019) [Analysis of the influence of the lattice type on the distribution of forces in the elements of the tower]. *Inzhenernyy vestnik Dona*, 2019, no. 4 (55), pp. 53-64 (in Russ.).

6. Lebedev V.M. (2018) *Sistemotekhnika i sistemovantvay stroitel'nogo proizvodstva* [Systems and system-quantum systems of construction production]. Moscow: NIC INFRA-M Publ., 226 p. (in Russ.). ISBN 978-5-16-013333-1.

7. Golubova O.S., Kostyukova S.N. (2019) *Metodologicheskiye osnovy otsenki effektivnosti deyatel'nosti stroitel'noy organizatsii* [Methodological foundations for assessing the effectiveness of the construction organization], Minsk: Belarusian National Technical University, 226 p. (in Russ.). ISBN 978-985-583-495-4.

8. Pilyai A.I. (2022) [Information model for evaluating design solutions in construction]. *Ekonomika stroitel'stva*, 2022, no. 6, pp. 98-103 (in Russ.).

9. Sborshchikov S.B., Bakhus E.E. (2018) [Multifactorial parametric model of the effectiveness of organizational decisions to ensure the quality of construction]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*, 2018, no. 12, pp. 60-67 (in Russ.).

10. Taranukha N.L., Papunidze P.N. (2009) *Kompleksnaya otsenka i vybor proyektnykh resheniy v stroitel'stve* [Comprehensive assessment and selection of design solutions in construction]. Izhevsk: IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova Publ., 204 p. (in Russ.). ISBN 978-5-7526-0416-4.

11. Golikov A.V., Mikhachonok E.A. (2019) [Determination of rational constructive form of cell communication towers]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov*, 2019, vol. 20, no. 2, pp. 163-173 (in Russ.).

12. Rutman Yu.L., Ostrovskaya N.V. (2019) *Dinamika konstruksii: seysmostoykost', seysmozashchita, vetrovyye nagruzki* [Dynamics of structure: seismic stability, seismic protection, wind loads]. Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitel'nyy universitet, 253 p. (in Russ.). ISBN 978-5-9227-0929-3.

13. Perelmuther A.V. (2021). [Formation and development of key ideas for designing high-rise structures of antenna structures]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*, 2021, no. 1, pp. 10-20 (in Russ.).

14. Malakhova O.S., Kuznetsova O.A., Kuznetsov A.V. (2019) [Correlation-regression analysis of the dependence of the company's revenue on the factors of foreign economic activity]. *Prikladnaya matematika i voprosy upravleniya*, 2019, no. 1, pp. 113-123 (in Russ.).

15. Bolshakova L.V., Litvinenko A.N. (2021) [Methodology for using a statistical analysis package for conducting correlation and regression analysis in the course of economic research]. *Vestnik ekonomicheskoy bezopasnosti*, 2021, no. 3, pp. 259-265 (in Russ.).

16. Orlova I.V., Turundaevsky V.B. (2014) *Mnogofaktornyy statisticheskiy analiz v issledovanii ekonomicheskikh protsessov* [Multivariate statistical analysis in the study of economic processes]. Moscow: Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics, 190 p. (in Russ.). ISBN 978-5-7764-0979-0.

17. Shelekhova L.V., Grushevsky S.P. (2019) *Statisticheskiye metody v pedagogicheskikh issledovaniyakh s ispol'zovaniyem Microsoft Excel* [Statistical methods in pedagogical research using Microsoft Excel]. Krasnodar:

Kubanskiy gosudarstvennyy universitet, 316 p. (in Russ.). ISBN 978-5-8209-1585-7.

18. Orlova I.V. (2018) [An approach to solving the problem of multicollinearity when analyzing the influence of factors on the resulting variable in regression models]. *Fundamental'nyye issledovaniya*, 2018, no. 3, pp. 58-63 (in Russ.).

19. Yaromenko N.N., Bubenok E.D., Khakhaleva E.A. (2021) [Correlation-regression analysis as a way to predict the economic development of an enterprise]. *Vestnik Akademii znaniy*, 2021, no. 44 (3), pp. 249-252 (in Russ.).

20. Bavrina A.P., Borisov I.B. (2021) [Modern rules for applying correlation analysis]. *Meditsinskiy al'manakh*, 2021, no. 3 (68), pp. 70-79 (in Russ.).

Improving Designing Efficiency of Antenna-Mast Structures for Cellular Communications Based on Design Solutions Assessment

N.L. Taranukha, DSc in Economics, Professor, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

M.Yu. Novikov, Master's Degree Student, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

A study of the individual and cumulative influence of factors on the indicators of metal consumption and unit cost of antenna-mast structures of cellular communication is presented.

The high importance of wireless communication and the Internet, as well as the emergence of new faster generation networks in the country, requires construction of a large number of cellular antenna-mast structures. Due to changes in the requirements of cellular operators to bearing capacity of supports, it is necessary to review and adjust existing projects, and selection of new structural elements and sections for current construction conditions with further calculation of the load capacity. To reduce the complexity of design process, it is proposed to make a preliminary assessment of the adopted design solutions in terms of efficiency criteria, which are considered in the study as metal consumption and unit cost of construction and installation works. The numerical value of the criteria is formed in the course of analyzing the experience of building antenna-mast structures according to analogous projects.

Based on the data of the conducted studies of quantitative assessment of factors affecting the metal consumption and unit cost, it was found that such indicators are the area, weight and average suspension height of the equipment mounted on the support.

Correlation-regression analysis was used to find dependencies and build diagrams between individual factors and indicators of metal consumption and unit cost of construction within the benchmark price. The complex influence of all factors on the performance criteria can be taken into account using the multifactorial regression model formed by the authors.

The use of the results of the study will improve the efficiency of designing antenna-mast structures for cellular communication.

Keywords: antenna-mast structure, support, communication, factors, indicators, criterion, efficiency.

Получено 20.02.2023

Образец цитирования

Тарануха Н. Л., Новиков М. Ю. Повышение эффективности проектирования антенно-мачтовых сооружений сотовой связи на основе оценки конструктивных решений // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2023. Т. 26, № 1. С. 84–90. DOI: 10.22213/2413-1172-2023-1-84-90.

For Citation

Taranukha N.L., Novikov M.Yu. (2023) [Improving Designing Efficiency of Antenna-Mast Structures for Cellular Communications Based on Design Solutions Assessment]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2023, vol. 26, no. 1, pp. 84-90 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2023-1-84-90.