

Регрессионное моделирование штатной численности подразделений по защите информации

С.И. Носков, А.П. Медведев, Н.И. Глухов

Иркутский государственный университет путей сообщения

Аннотация: Актуальной задачей деятельности многих организаций в настоящее время является вопрос обеспеченности кадрами в области защиты информации. И проблема эта в большей степени заключается в сложности определения соответствия между функциональными обязанностями и нормами трудовых часов для каждого отдельного специалиста. На текущий момент не существует нормативных документов, строго очерчивающих нормы трудовых затрат на конкретные функциональные обязательства специалистов, которые давали бы точный ответ по количественному составу подразделения по защите информации. В данной работе реализовано одно из решений задачи построения количественной модели, описывающей численность подразделения по защите информации, исходя из типовых показателей нужд организации в области информационной безопасности.

Ключевые слова: защита информации, регрессионная модель, конкурс моделей, критерии адекватности, прогнозирование, штатная численность подразделений по защите информации.

Вопрос кадрового обеспечения является ключевым для любой организации. В силу своей особой специфики этот вопрос становится особо острым при планировании численности подразделения по защите информации. Среди немногочисленных нормативно-правовых актов, содержащих в себе рекомендации по численности подразделения по защите информации, выделяется документ "Методические рекомендации по формированию аналитического прогноза по укомплектованию подразделений по обеспечению безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры, противодействию иностранным техническим разведкам и технической защите информации подготовленными кадрами на заданный период" (утв. ФСТЭК РФ 23.04.2011), однако и он не содержит в себе норм трудовых затрат специалистов в разрезе их функциональных обязанностей.

Вопрос использования математических моделей при планировании человеческих ресурсов поднимается не впервые. Так, в работе [1] приводится целый ряд подходов к моделированию подобных процессов. В работе [2] предлагается новая модель системы планирования трудовых ресурсов на основе иерархической системы. Публикация [3] описывает математическую модель, позволяющую оценить деятельность и распределение ресурсов на заданный период планирования. В статье [4] предлагаются определенные математические инструменты, которые позволят улучшить стратегию управления ресурсами в текущих условиях, а именно методы разработки системы показателей для оценки человеческих ресурсов. Примечательна данная работа и тем, что математическое моделирование процесса управления человеческими ресурсами рассматривается на основе ИТ-проектов. Авторы работы [5] описывают модель планирования человеческих ресурсов в контексте развития необходимого уровня навыков и компетенций в организационной структуре с целью достижения желаемых показателей уровня обслуживания. В работе [6] решается задача планирования и распределения ресурсов на примере университета Стирлинга, а также рассматривается вопрос, могут ли научные методы управления и, в частности, математические модели быть задействованы с пользой в этом контексте. В качестве решения поставленной задачи авторы приводят математическую модель университета, которую можно в дальнейшем использовать с целью долгосрочного планирования и оценки деятельности.

Таким образом, использованию математических моделей при планировании человеческих ресурсов посвящено достаточное количество работ. Вся сложность исследования при этом заключается в правильном определении оцениваемых характеристик объекта наблюдения. Для достоверной оценки и построения модели такого объекта, как подразделение

по защите информации, считаем необходимым одновременное выполнение нескольких условий, а именно:

- однородный функционал исследуемых подразделений;
- общая сфера деятельности организаций;
- общий период наблюдения.

С этой целью в качестве исследовательской базы были выбраны подразделения по защите информации Социального фонда России (далее – СФР) в 12 регионах страны в совокупности со статистическими данными территориальных органов СФР по состоянию на 2022 год [7]. Территориальные органы СФР являются подведомственными организациями СФР, а следовательно, имеют общую сферу деятельности. При этом все региональные подразделения по защите информации территориальных органов СФР имеют максимально схожий функционал, входят в единую иерархию во главе с департаментом и обеспечивают одинаковый уровень защищенности, а, следовательно, подходят под указанные выше критерии. Статистические данные о подразделениях по защите информации приведены по итогам ежегодного семинара-совещания руководителей подразделений по защите информации в 2022 году.

Введем следующие обозначения:

y – штатная численность подразделения, чел.;

x_1 – общая численность сотрудников в организации, чел.;

x_2 – количество используемых в организации квалифицированных электронных подписей, шт.;

x_3 – количество защищенных узлов, шт.;

x_4 – количество защищаемых ресурсов, шт.;

x_5 – общее количество структурных подразделений, шт.;

x_6 – количество отдельно стоящих зданий, шт.;

x_7 – количество специалистов службы ИТ, чел.

Ожидается, что независимые переменные x_1-x_6 будут влиять на y исключительно позитивно, а переменная x_7 может иметь как положительный, так и отрицательный знак (например, в случае наделения специалистов ИТ функциональными обязанностями по защите информации).

В табл.1 приведены фактические значения зависимой и независимых переменных.

Таблица № 1

Исходные данные для моделирования

y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
10	1050	200	496	39	26	25	28
12	1250	560	512	42	21	32	35
12	1300	650	380	30	23	21	30
15	1342	1000	226	35	27	25	40
17	1450	620	520	25	25	12	45
22	1650	755	420	28	28	18	52
25	3000	1820	2122	38	35	50	80
36	3500	1300	1800	35	37	24	85
38	3880	1400	2600	40	30	35	94
43	4350	1420	3080	43	32	48	110
45	4500	1500	3200	47	39	54	140
53	4950	2650	2512	50	42	76	120

Будем строить связывающую зависимую и независимые переменные линейную регрессионную модель, а в качестве метода оценивания параметров используем метод наименьших квадратов.

Она примет вид:

$$y = 2.57618 + 0.0159146x_1 - 0.00443446x_2 - 0.00937129x_3 - 0.15326x_4 - 0.158016x_5 + 0.0835333x_6 + 0.122379x_7 \quad (1)$$

Очевидно, что приведенная линейная модель (1) нуждается в пересмотре аналогично замечаниям, изложенным в работе [8], так как не соответствует указанному смыслу переменных ввиду наличия отрицательных коэффициентов: увеличение количества используемых электронных

подписей, защищаемых узлов и ресурсов не может отрицательно сказываться на численности подразделения по защите информации.

Для повышения качества модели введем в рассмотрение следующие относительные переменные:

$\frac{x_2}{x_3}$ – отношение числа электронных подписей к защищаемым узлам;

$\frac{x_7}{x_6}$ – число специалистов ИТ, приходящихся на отдельное здание

организации (показатель «обеспеченности» здания ИТ-специалистами).

При проведении дальнейшего исследования возьмем за основу описанный в работе [8] метод реализации конкурса моделей.

При его проведении на возможные значения критериев адекватности были наложены следующие ограничения:

$$R^2 \geq 0.9, F \geq 15, E \leq 10\%,$$

где R^2 – критерий множественной детерминации, F – критерий Фишера, E – средняя относительная ошибка аппроксимации.

В результате конкурсного отбора из 546 построенных уравнений 35 удовлетворяют заданным критериям. Аналогично замечаниям, указанным в работах [9-10], окончательный выбор лучшего варианта модели был произведен по выделенным выше критериям:

$$y = 6.00321 + 0.00000176395x_1^2 + 0.000817038x_1 \ln\left(\frac{x_2}{x_3}\right) + 2.53369 \frac{x_7}{x_6} \quad (2)$$

$$(4.7) \quad (25.44) \quad (2.293) \quad (4.897)$$

$$R^2 = 0.992517, F = 353.68, E = 4.18.$$

Под каждым коэффициентом приведено значение t-критерия Стьюдента.

На рис.1 приведен график наблюдаемых и расчетных значений выходной переменной модели.

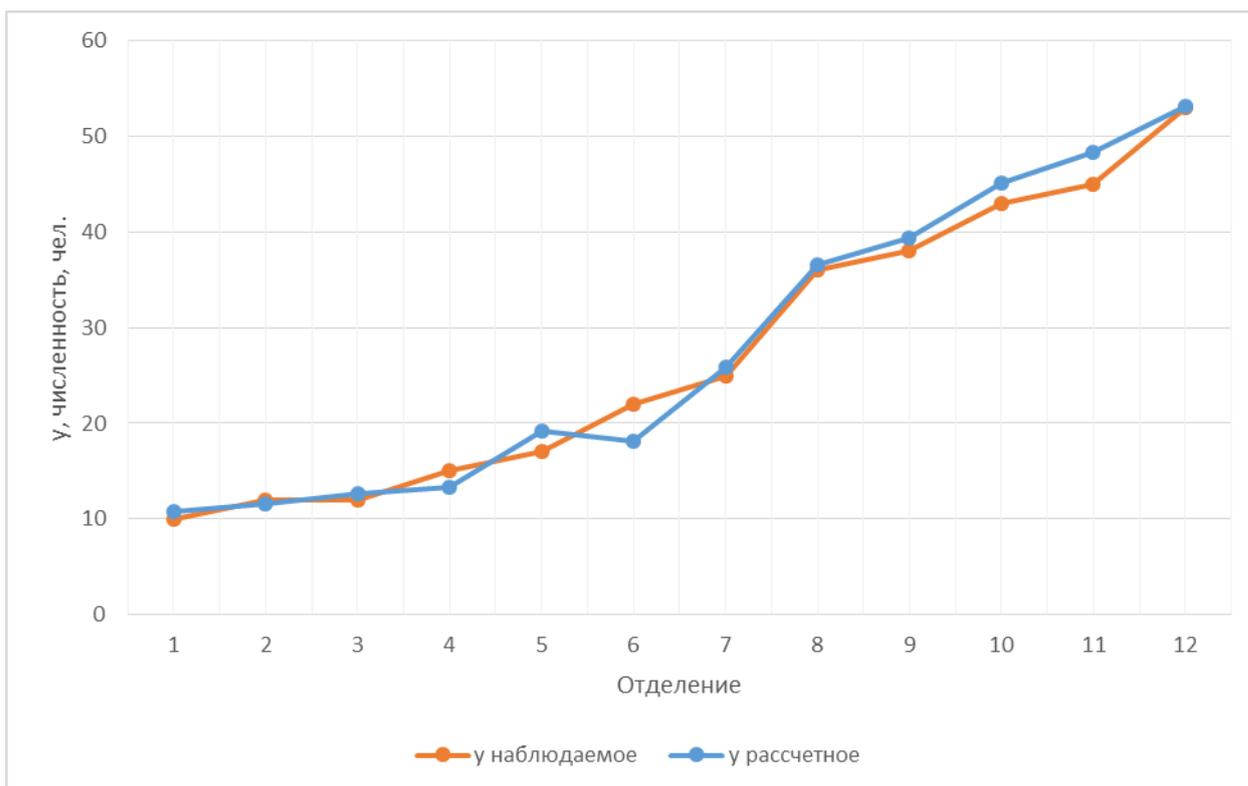


Рис. 1. – График наблюдаемых и расчетных значений

Приведем еще пять вариантов модели в порядке увеличения средней ошибки аппроксимации:

$$y = 3.85252 + 0.00000162x_1^2 + 0.143408 \frac{x_2 * x_4}{x_1} + 2.78333 \frac{x_7}{x_6}$$

$$R^2 = 0.98992, F = 261.88, E = 4.27.$$

$$y = 3.86318 + 0.00000161437x_1^2 + 2.8463 \frac{x_7}{x_6} + 0.00379396 \frac{x_2 * x_4}{x_7};$$

$$R^2 = 0.989745, F = 257.36, E = 4.49;$$

$$y = 5.71732 + 0.00000169445x_1^2 + 2.45933 \frac{x_7}{x_6} + 0.886679 \frac{x_2^2}{x_1 * x_3};$$

$$R^2 = 0.989817, F = 259.2, E = 4.91;$$

$$y = 5.39332 + 0.00000152254x_1^2 + 0.00207405x_2 + 2.50502 \frac{x_7}{x_6};$$

$$R^2 = 0.989764, F = 257.86, E = 5.06;$$

$$y = 3.52076 + 0.00000150589x_1^2 + 2.65432 \frac{x_7}{x_6} + 0.00170621 \frac{x_2 * x_4 * x_7}{x_1};$$

$$R^2 = 0.989277, F = 246.01, E = 5.13;$$

Анализ представленных моделей показывает, что все они уступают модели (2) по значениям критериев адекватности.

Выводы

Анализ модели (2) показывает, что при расчете численности сотрудников подразделений по защите информации важно учитывать не только общую численность сотрудников организации, но и относительные показатели – долю электронных подписей в общем числе защищаемых узлов, а также показатель «обеспеченности» здания ИТ-специалистами. Примечателен в модели и тот факт, что количество отдельно стоящих зданий с ИТ-специалистами дает положительный вклад в планируемую численность подразделения по защите информации, что, в общем случае, объясняется необходимостью обеспечения контроля со стороны указанного подразделения. Таким образом, модель (2) может быть использована при прогнозировании и оценке численности сотрудников подразделений по защите информации, обеспечивающих выполнение требований безопасности функционирования информационных систем персональных данных, и связывает между собой численность подразделения и реализуемые им функции. При планировании численности подразделений по защите информации, обеспечивающих сопровождение иных систем, например, относящихся к критической информационной инфраструктуре Российской Федерации, необходимо учитывать и другие факторы, в частности, показатели значимости объектов.

Литература

1. Price WL, Martel A, Lewis KA A review of mathematical models in human resource planning // Omega, 1980, Vol. 8, Issue 6, pp. 639-645.
2. Georgiou A. C., Tsantas N. Modelling recruitment training in mathematical human resource planning // Applied Stochastic Models in Business and Industry, 2002, Vol. 18, No. 1, pp. 53-74.
3. Gourgand M., Grangeon N., Klement N. Activities planning and resources assignment on distinct places: a mathematical model // RAIRO-Oper. Res, 2015, Vol. 49, No. 1, pp. 17-98.
4. Chornous G., Anisimova L., Didenko I., Bilous K. Mathematical Support for Human Resource Management in IT Projects // 2021 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), 2021, pp. 265-269.
5. Hafeez K., Aburawi I., Planning human resource requirements to meet target customer service levels // International Journal of Quality and Service Sciences, 2013, Vol. 5, Issue 2, pp. 230-252.
6. Ball R. The Development and Application of Mathematical Models for Planning and Resource Allocation at the University of Stirling // STORRE: Stirling Online Research Repository, 1977.
7. Официальный сайт Социального фонда России. URL: sfr.gov.ru/info/statistics/ (дата обращения: 15.04.2024).
8. Носков С.И., Медведев А.П. Реализация конкурса регрессионных моделей при оценке объема финансирования социального и пенсионного обеспечения // Инженерный вестник Дона, 2024, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9155.
9. Носков С.И., Афонин М.В., Бычков Ю.А., Медведев А.П., Торопов В.Д. Нелинейная регрессионная модель функционирования горно-



металлургической компании // Инженерный вестник Дона, 2024, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9119.

10. Носков С. И., Пашков Д. В. Реализация конкурса регрессионных моделей эффективности интеллектуальной собственности // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ», 2022, № 6, С. 40-51.

References

1. Price WL, Martel A, Lewis KA, Omega, 1980, Vol. 8, Issue 6, pp. 639-645.
2. Georgiou A. C., Tsantas N., Applied Stochastic Models in Business and Industry, 2002, Vol. 18, No. 1, pp. 53-74.
3. Gourgand M., Grangeon N., Klement N., RAIRO-Oper. Res, 2015, Vol. 49, No. 1, pp. 17-98.
4. Chornous G., Anisimova L., Didenko I., Bilous K., 2021 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), 2021, pp. 265-269.
5. Hafeez K., Aburawi I., International Journal of Quality and Service Sciences, 2013, Vol. 5, Issue 2, pp. 230-252.
6. Ball R., STORRE: Stirling Online Research Repository, 1977.
7. Oficial`ny`j sajt Social`nogo fonda Rossii [The official website of the Social Fund of Russia]. URL: sfr.gov.ru/info/statistics/ (accessed: 15.04.2024).
8. Noskov S.I., Medvedev A.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2024, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9155.
9. Noskov S.I., Afonin M.V., Bychkov Yu.A., Medvedev A.P., Toropov V.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2024, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9119.
10. Noskov S. I., Pashkov D. V. Elektronnyj setevoy politematicheskij zhurnal «Nauchnye trudy KubGTU», 2022, № 6, S. 40-51.

Дата поступления: 20.04.2024

Дата публикации: 30.05.2024
