

*А. С. Вергасов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация*

## **КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ КИБЕРУГРОЗ**

**Аннотация.** В представленной работе на основе ранее построенной регрессионной модели произведено прогнозирование факторов киберугроз. В основу модели положены статистические данные в сфере киберпреступлений, собранные компанией Positive Technologies.

**Ключевые слова:** киберугрозы, прогнозирование, регрессионная модель.

*A. S. Vergasov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation*

## **SHORT TERM FORECASTING OF CYBER THREATS**

**Annotation.** In the presented work, on the basis of a previously constructed regression model, the prediction of cyber threat factors is made. The model is based on cybercrime statistics collected by Positive Technologies.

**Keywords:** cyber threats, forecasting, regression model.

**Введение** Общеизвестен тезис о том, что с развитием экономики в развивающихся странах осуществляется переход от индустриального общества к информационному. Главным активом и источником развития предприятий становится информация. При этом приоритетной задачей становится обеспечение ее защиты. В наше время проявляется устойчивая тенденция увеличения материальных и нематериальных затрат на выполнение требований по информационной безопасности. Прогнозированию факторов, связанных с киберугрозами, посвящена настоящая работа.

**Описание математической модели.** Отметим, что настоящая работа методически основана на [1]. Представленная в работе [2] модель является открытой рекурсивной, динамической регрессионной моделью динамики девятнадцати структурных факторов киберугроз, с десятью отчетными периодами измерений (с первого квартала 2017 года по 2 квартал 2019 года). Ниже приведены переменные модели:

- x1 – получение данных;
- x2 – финансовая выгода;
- x3 – хактивизм (входная переменная модели);
- x4 – проявления кибервойны;
- x5 – частные лица;
- x6 – государственные учреждения;
- x7 – финансовая отрасль;
- x8 – медицинские учреждения;
- x9 – сфера образования;
- x10 – онлайн-сервисы;
- x11 – сфера услуг;
- x12 – промышленные компании;
- x13 – без привязки к конкретной отрасли;
- x14 – инфраструктура – компьютеры, серверы и сетевое оборудование;
- x15 – веб-ресурсы – сайты и сервисы;
- x16 – пользователи;
- x17 – мобильные устройства;
- x18 – IoT;
- x19 – банкоматы и POS-терминалы,

$x_{20}$  – номер квартала в выборке.

Перечисленные выше структурные факторы (более подробно рассмотрены в статье [2]) разделены на три группы:

$$X1 = \{x_t\}, t = \overline{1,4},$$

$$X2 = \{x_t\}, t = \overline{5,13},$$

$$X3 = \{x_t\}, t = \overline{14,19}.$$

Все значения факторов  $\{x_1, \dots, x_{19}\}$  представляют собой долю каждого фактора, занимаемую им в своей группе в наблюдаемом периоде, выраженную в процентах. Сама модель подробно описана в работе [2]. Следует отметить, что при построении, уточнении и программной реализации модели использовались алгоритмы и программные средства описанные в работах [3-16].

**Разработка прогнозного сценария.** Разработанная модель является краткосрочной и предназначена для прогнозирования на два периода (квартала). Далее будут представлены несколько вариантов развития событий. Первый вариант (вариант №1) предполагает инерционное развитие событий, второй (вариант №2) – незначительный рост входной переменной в прогнозном периоде, третий (вариант №3) – некоторое уменьшение её значения.

В таблицах 1-8 приведены фактические и прогнозные значения переменных модели.

Таблица 1

Результаты прогнозирования

Период (квартал)	x3	
	11	12
Вариант №1	8	8
Вариант №2	6	7
Вариант №3	10	9

Таблица 2

Фактические значения

Период	x1	x2	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
Год 2019, квартал 3	62	31	0	19	19	7	3	7	2
Год 2019, квартал 4	61	32	1	10	18	7	8	8	5

Период	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19
Год 2019, квартал 3	2	10	31	70	14	9	6	0	1
Год 2019, квартал 4	5	8	31	70	16	7	2	1	4

Таблица 3

Прогноз для варианта №1

Период	x1	x2	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
Год 2019, квартал 3	56	33	1	23	13	3	3	4	4
Год 2019, квартал 4	58	32	1	23	13	2	3	3	5

Период	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19
Год 2019, квартал 3	4	17	29	61	17	13	8	0	1
Год 2019, квартал 4	4	19	28	61	17	12	8	0	2

Таблица 4

Ошибки прогнозирования для варианта №1

Период	Средняя абсолютная ошибка	Среднеквадратичная ошибка
Год 2019, квартал 3	3,26	16,42
Год 2019, квартал 4	4,1	30,1

Таблица 5

## Прогноз для варианта №2

Период	x1	x2	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
Год 2019, квартал 3	56	37	1	26	12	3	4	3	2
Год 2019, квартал 4	58	34	1	24	12	2	3	3	4

Период	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19
Год 2019, квартал 3	3	19	28	62	15	12	9	1	1
Год 2019, квартал 4	4	20	28	62	15	13	9	0	1

Таблица 6

## Ошибки прогнозирования для варианта №2

Период	Средняя абсолютная ошибка	Среднеквадратичная ошибка
Год 2019, квартал 3	3,47	20
Год 2019, квартал 4	4,42	33,47

Таблица 7

## Прогноз для варианта №3

Период	x1	x2	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
Год 2019, квартал 3	56	35	1	24	12	3	4	4	3
Год 2019, квартал 4	58	33	1	23	12	2	5	3	4

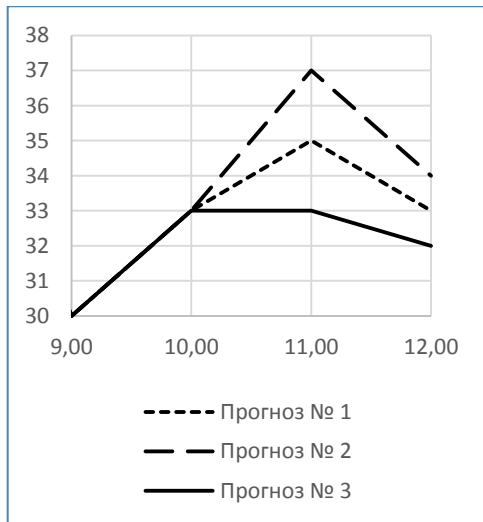
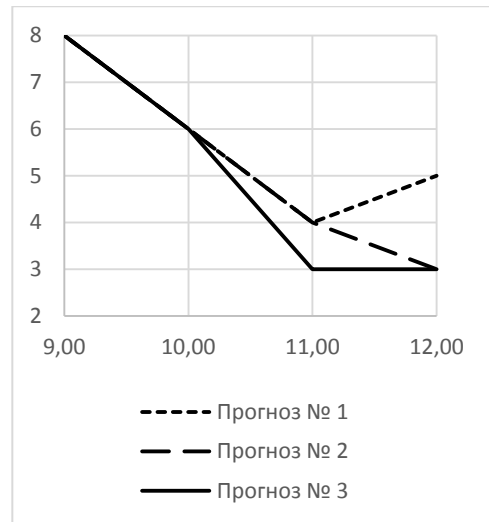
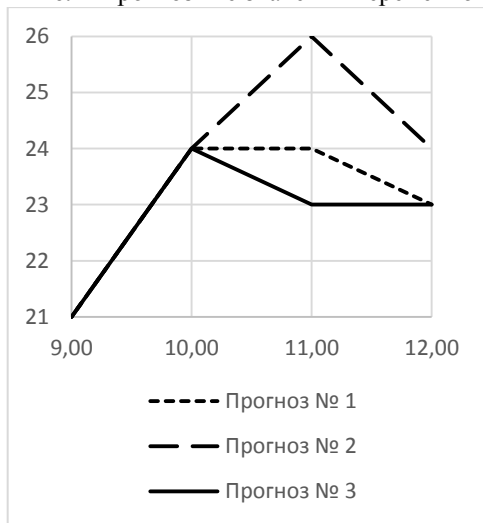
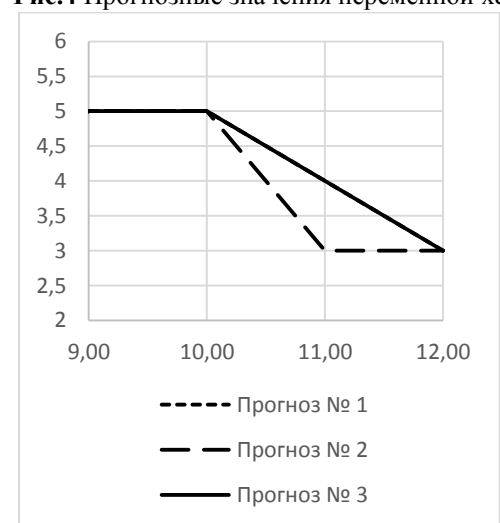
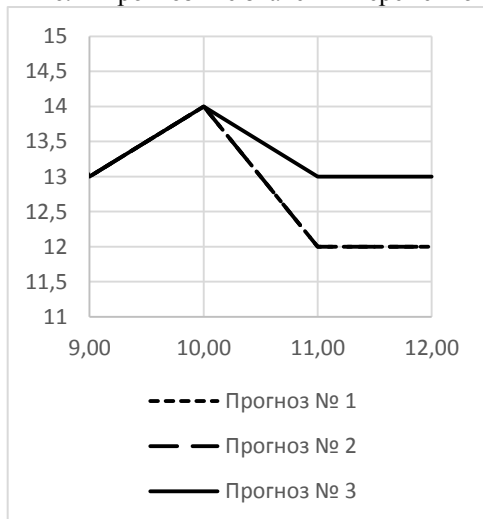
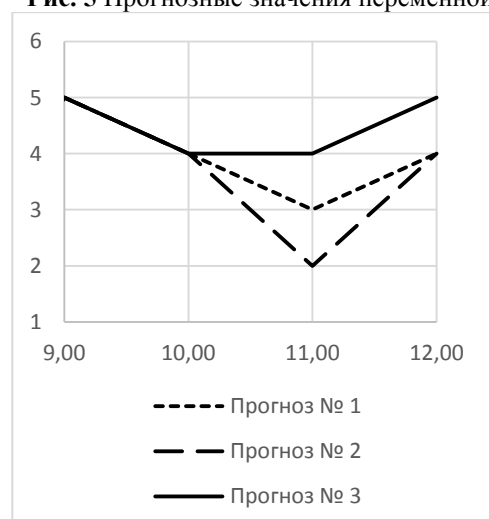
Период	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19
Год 2019, квартал 3	3	18	29	62	16	12	9	1	0
Год 2019, квартал 4	4	19	28	61	16	13	8	1	1

Таблица 8

## Ошибки прогнозирования для варианта №3

Период	Средняя абсолютная ошибка	Среднеквадратичная ошибка
Год 2019, квартал 3	3,15	15,68
Год 2019, квартал 4	4,10	29,78

На рисунках 1-15 представлены графики изменений прогнозных значений переменных модели.

Рис. 1 Прогнозные значения переменной  $x_2$ Рис.4 Прогнозные значения переменной  $x_8$ Рис. 2 Прогнозные значения переменной  $x_5$ Рис. 5 Прогнозные значения переменной  $x_9$ Рис. 3 Прогнозные значения переменной  $x_6$ Рис. 6 Прогнозные значения переменной  $x_{10}$

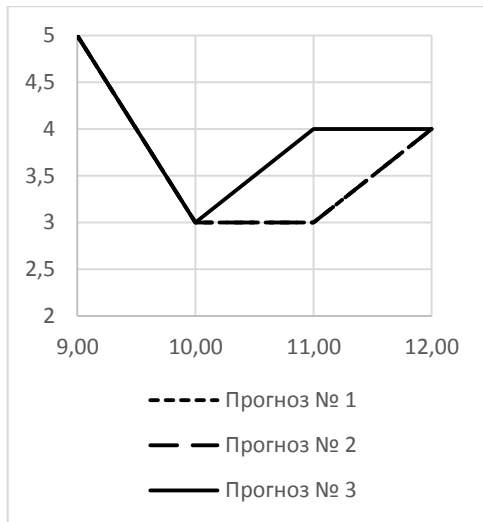


Рис. 7 Прогнозные значения переменной x11

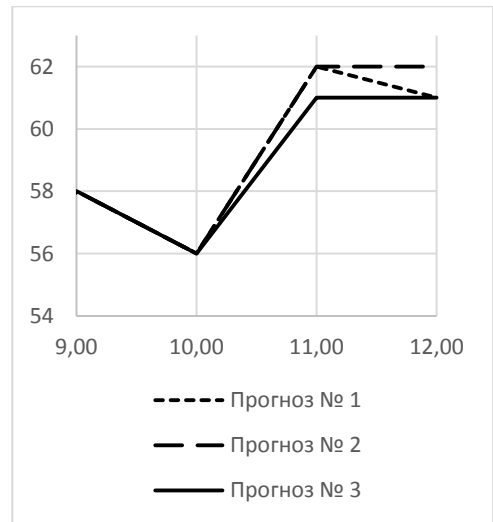


Рис. 10 Прогнозные значения переменной x14

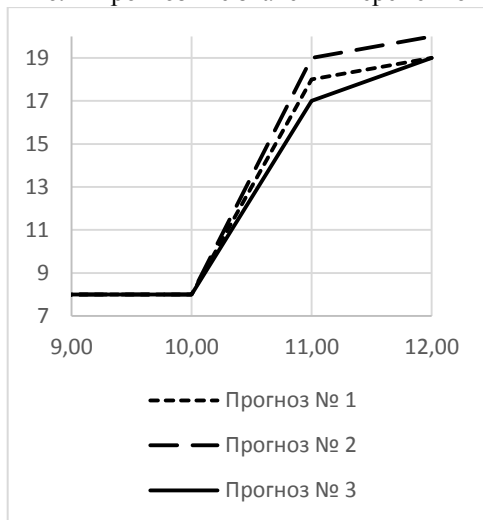


Рис. 8 Прогнозные значения переменной x12

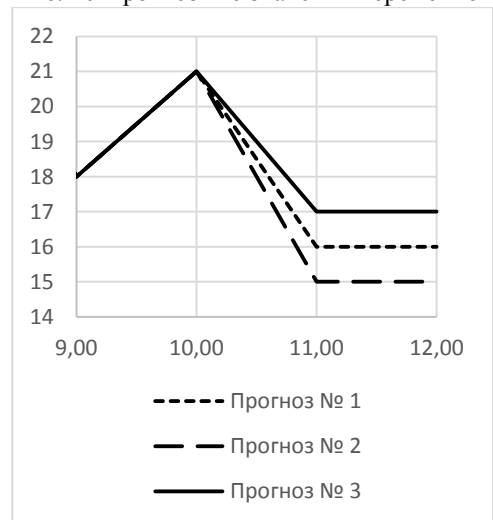


Рис. 11 Прогнозные значения переменной x15

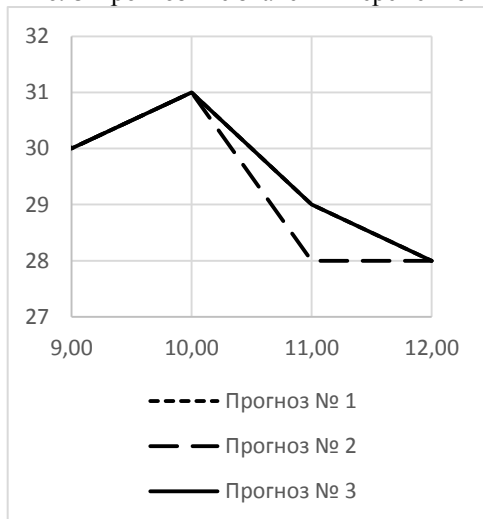


Рис. 9 Прогнозные значения переменной x13

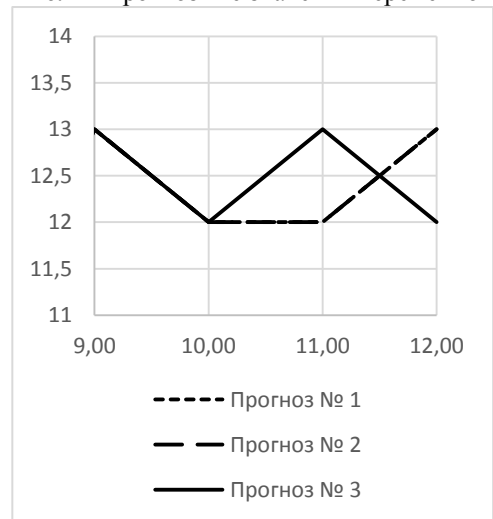


Рис. 12 Прогнозные значения переменной x16

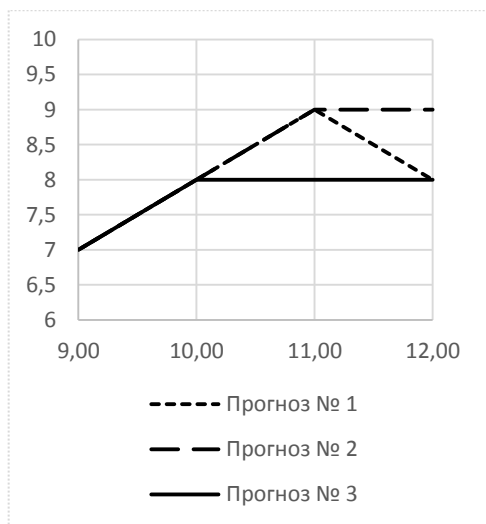


Рис. 14 Прогнозные значения переменной x17

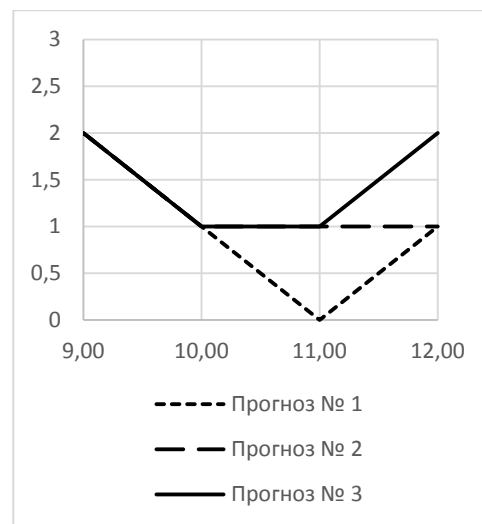


Рис. 16 Прогнозные значения переменной x19

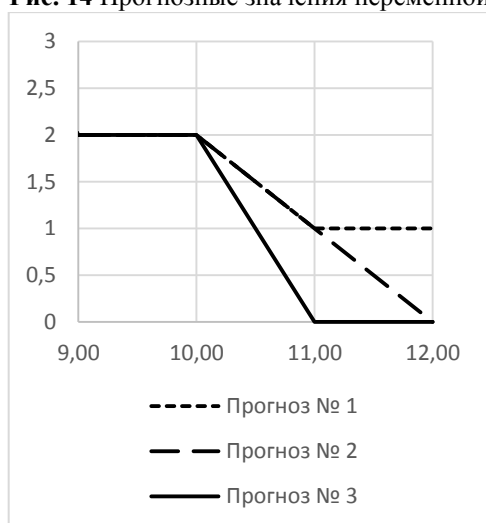


Рис. 15 Прогнозные значения переменной x18

Анализ рисунков 3, 7, 12 указывает на совпадения прогнозных значений вариантов 1 и 2. А на основе рисунков 5 и 9 можно сделать вывод о совпадении прогнозных значений 1 и 3 в соответствующих переменных.

**Заключение.** Анализ результатов прогнозирования подтверждает вывод о высокой адекватности модели киберугроз представленной в [2]. Ограниченность прогнозного горизонта, при проведении расчетов, вызвано короткой длиной динамических рядов наблюдений переменных модели при её построении.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Базилевский М.П, Врублевский И.П., Носков С.И., Яковчук И.С.. Среднесрочное прогнозирование эксплуатационных показателей функционирования красноярской железной дороги // *Фундаментальные исследования*. 2016. №10-3. С. 471-476.
2. Носков С. И., Вергасов А. С.. Регрессионная модель структурных факторов киберугроз // *Программная инженерия*. 2020. № 4 (11). С. 251-256.
3. Носков С.И., Базилевский М.П. Программный комплекс автоматизации процесса построения регрессионных моделей // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2010. № 1. С. 93-94.
4. Базилевский М.П., Носков С.И. Технология организации конкурса регрессионных моделей // *Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем*. 2009. № 7. С. 77-84.

5. Носков С.И., Баенхаева А.В. Множественное оценивание параметров линейного регрессионного уравнения // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2016. № 3 (51). С. 133-138.
6. Golovchenko V.B., Noskov S.I. Estimation of an econometric model using statistical data and expert information // Avtomatika i telemekhanika. 1991. № 4. С. 123-132.
7. Носков С.И. Построение эконометрических зависимостей с учетом критерия «согласованность поведения» // Кибернетика и системный анализ. 1994. № 1. С. 177.
8. Базилевский М.П., Носков С.И. Идентификация неизвестных параметров линейно-мультипликативной регрессии // Современные наукоемкие технологии. 2012. № 3. С. 14.
9. Баенхаева А.В., Базилевский М.П., Носков С.И. Моделирование валового регионального продукта иркутской области на основе применения методики множественного оценивания регрессионных параметров // Фундаментальные исследования. 2016. № 10-1. С. 9-14.
10. Базилевский М.П., Носков С.И. Формализация задачи построения линейно-мультипликативной регрессии в виде задачи частично-булевого линейного программирования // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 3 (55). С. 101-105.
11. Noskov S., Potorochenko N., Dialogue N.A. System for the implementation of the "competition" of regression dependencies // Управляющие системы и машины. 1992. № 2-4. С. 111.
12. Носков С.И., Лоншаков Р.В. Идентификация параметров кусочно-линейной регрессии // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. 2008. № 6. С. 63-64.
13. Носков С.И., Базилевский М.П. Программный комплекс процесса построения регрессионных моделей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2001. № 1. С. 93.
14. Носков С.И., Оленцевич В.А., Базилевский М.П. Математическая модель оценки безопасности перевозочного процесса на региональном уровне // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2014. Т. 1. С. 537-542.
15. Баенхаева А.В., Базилевский М.П., Носков С.И. Выбор структурной спецификации регрессионной модели валового регионального продукта иркутской области // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. 2016. № 16. С. 31-38.
16. Носков С.И. Обобщенный критерий согласованности поведения в регрессионном анализе // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. 2018. № 1 (1). С. 14-20.

## REFERENCES

1. Bazilevskij M.P., Vrublevskij I.P., Noskov S.I., YAKovchuk I.S.. Srednesrochnoe prognozirovanie ekspluatacionnyh pokazatelej funkcionirovaniya krasnoyarskoj zheleznoj dorogi [Medium-term forecasting of performance indicators of functioning of krasnoyarsk railway]// Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. 2016. no. 10-3, pp. 471-476.
2. Noskov S. I., Vergasov A. S.. Regressionnaya model' strukturyh faktorov kiberugroz [Regression model of structural factors of cyber threats]// Programmnyaya inzheneriya [Software engineering]. 2020. no. 4 (11), pp. 251-256.
3. Noskov S.I., Bazilevskiy M.P. Programmnyy kompleks avtomatizatsii protsessa postroyeniya regressionnykh modeley [Software complex for automating the process of constructing regression models] // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2010. no. 1. pp. 93-94.
4. Bazilevskiy M.P., Noskov S.I. Tekhnologiya organizatsii konkursa regressionnykh modeley [Technology of organizing a competition of regression models]// Informatsionnyye tekhnologii i problemy matematicheskogo modelirovaniya slozhnykh sistem.[ Information technologies and problems of mathematical modeling of complex systems] 2009. no. 7. pp. 77-84.

5. Noskov S.I., Bayenkhaeva A.V. Mnozhestvennoye otsenivaniye parametrov lineynogo regressionogo uravneniya [Multiple estimation of parameters of a linear regression equation] // *Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovaniye.* [Modern technologies. System analysis. Modeling.] 2016. no. 3 (51). pp. 133-138.
6. Golovchenko V.B., Noskov S.I. Estimation of an econometric model using statistical data and expert information [Estimation of an econometric model using statistical data and expert information] // *Avtomatika i telemekhanika.* 1991. no. 4. pp. 123-132.
7. Noskov S.I. Postroyeniye ekonometricheskikh zavisimostey s uchetom kriteriya «soglasovannost' povedeniya» [Construction of econometric dependencies taking into account the criterion of "consistency of behavior"] // *Kibernetika i sistemnyy analiz.* [Cybernetics and Systems Analysis.] 1994. no. 1. pp. 177.
8. Bazilevskiy M.P., Noskov S.I. Identifikatsiya neizvestnykh parametrov lineynomul'tiplikativnoy regressii [Identification of unknown parameters of linear multiplicative regression] // *Sovremennyye naukoemkiye tekhnologii.* [Modern science-intensive technologies.] 2012. no. 3. pp. 14.
9. Bayenkhaeva A.V., Bazilevskiy M.P., Noskov S.I. Modelirovaniye valovogo regional'nogo produkta irkutskoy oblasti na osnove primeneniya metodiki mnozhestvennogo otsenivaniya regressionnykh parametrov [Modeling of the gross regional product of the Irkutsk region based on the application of the method of multiple estimation of regression parameters] // *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental research]. 2016. no. 10-1. pp. 9-14.
10. Bazilevskiy M.P., Noskov S.I. Formalizatsiya zadachi postroyeniya lineynomul'tiplikativnoy regressii v vide zadachi chastichno-bulevogo lineynogo programmirovaniya [Formalization of the problem of constructing linear multiplicative regression in the form of a partial Boolean linear programming problem] // *Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovaniye.* [Modern technologies. System analysis. Modeling.] 2017. no. 3 (55). pp. 101-105.
11. Noskov S., Potorochenko N., Dialogue N.A. System for the implementation of the "competition" of regression dependencies [System for the implementation of the "competition" of regression dependencies] // *Upravlyayushchiye sistemy i mashiny.* [Control systems and machines.] 1992. no. 2-4. p. 111.
12. Noskov S.I., Lonshakov R.V. Identifikatsiya parametrov kusochno-lineynoy regressii [Identification of parameters of piecewise linear regression] // *Informatsionnyye tekhnologii i problemy matematicheskogo modelirovaniya slozhnykh sistem.* [Information technologies and problems of mathematical modeling of complex systems.] 2008. no. 6. pp. 63-64.
13. Noskov S.I., Bazilevskiy M.P. Programmnyy kompleks protsessa postroyeniya regressionnykh modeley [Software complex of the process of constructing regression models] // *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy.* [International Journal of Applied and Fundamental Research.] 2001. no. 1. p. 93.
14. Noskov S.I., Olentsevich V.A., Bazilevskiy M.P. Matematicheskaya model' otsenki bezopasnosti perevozchnogo protsessa na regional'nom urovne [Mathematical model for assessing the safety of the transportation process at the regional level] // *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona.* [Transport infrastructure of the Siberian region.] 2014. no. 1. pp. 537-542.
15. Bayenkhaeva A.V., Bazilevskiy M.P., Noskov S.I. Vybór strukturnoy spetsifikatsii regressionnoy modeli valovogo regional'nogo produkta irkutskoy oblasti [The choice of the structural specification of the regression model of the gross regional product of the Irkutsk region] // *Informatsionnyye tekhnologii i problemy matematicheskogo modelirovaniya slozhnykh sistem.* [Information technologies and problems of mathematical modeling of complex systems.] 2016. no. 16. pp. 31-38.
16. Noskov S.I. Obobshchennyy kriteriy soglasovannosti povedeniya v regressionnom analize [Generalized criterion for the consistency of behavior in regression analysis] // *Informatsionnyye tekhnologii i matematicheskoye modelirovaniye v upravlenii slozhnyimi sistemami.* [Information technologies and mathematical modeling in the management of complex systems.] 2018. no. 1 (1). pp. 14-20.



**Информация об авторе**

*Александр Сергеевич Вергасов* – ассистент кафедры «Информационные системы и защита информации», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [tluck@inbox.ru](mailto:tluck@inbox.ru).

**Author**

*Aleksandr Sergeevich Vergasov*, the Subdepartment of Information systems and information security, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [tluck@inbox.ru](mailto:tluck@inbox.ru).

**Для цитирования**

Вергасов А.С. Краткосрочное прогнозирование факторов модели киберугроз// «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами»: электрон. науч. журн. – 2020. – №3(8). – С. 71-79 – DOI: 10.26731/2658-3704.2020.3(8).71-79 – Режим доступа: <http://ismm-irgups.ru/toma/38-2020>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 01.11.2020).

**For citations**

Vergasov A.S. Short-term forecasting of factors of the cyber threat model // *Informacionnye tehnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhnymi sistemami: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Information technology and mathematical modeling in the management of complex systems: electronic scientific journal], 2020. No. 3(8). P. 71-79. DOI: 10.26731/2658-3704.2020.3(8).71-79 [Accessed 01.11.2020].