

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научно-исследовательский журнал «Modern Economy Success»

<https://mes-journal.ru>

2025, № 1 / 2025, Iss. 1 <https://mes-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (экономические науки)

УДК 330.4

DOI: 10.58224/2500-3747-2025-1-7-13



¹ Носков С.И., ¹ Медведев А.П.,

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения

Анализ экономико-математических методов прогнозирования штатной численности подразделений

Аннотация: целью исследования является анализ современных методов прогнозирования штатной численности сотрудников структурных подразделений, в том числе с применением вложенной кусочно-линейной регрессионной модели.

Методы: в качестве методов в представленном исследовании используется подход, основанный на прикладном регрессионном анализе.

Результаты (Findings): в исследовании представлена модель, позволяющая осуществлять прогнозирование штатной численности на примере подразделений по защите информации. Вектор срабатывания построенной модели указывает на то, что ключевым фактором, определяющим динамику выходной переменной, является общее число сотрудников организации.

Выводы: среди существующих математических методов прогнозирования численности сотрудников подход, основанный на построении вложенных кусочно-линейных регрессий является достаточно удобным и хорошо интерпретируемым инструментом. Приведенная в работе модель может быть использована при прогнозировании и оценке численности сотрудников подразделений по защите информации при обеспечении необходимого уровня защищенности в информационных системах персональных данных. При этом анализ модели показывает, что при расчете численности сотрудников подразделений по защите информации основным фактором является масштаб организации, характеризующийся списочной численностью ее сотрудников.

Ключевые слова: защита информации, регрессионная модель, критерии адекватности, прогнозирование, вложенная кусочно-линейная регрессия, штатная численность подразделений по защите информации

Для цитирования: Носков С.И., Медведев А.П. Анализ экономико-математических методов прогнозирования штатной численности подразделений // Modern Economy Success. 2025. № 1. С. 7 – 13. DOI: 10.58224/2500-3747-2025-1-7-13

Поступила в редакцию: 3 сентября 2024 г.; Одобрена после рецензирования: 5 ноября 2024 г.; Принята к публикации: 9 января 2025 г.

¹ Noskov S.I., ¹ Medvedev A.P.

¹ Irkutsk State Transport University

Analysis of economic and mathematical methods for forecasting staffing levels of units headcount

Abstract: the purpose of the study is to analyze current methods of forecasting the staff number of employees of structural and to develop a forecasting method based on regression model building.

Methods: the methods used in the presented study uses the approach based on the construction of nested piecewise linear regressions.

Findings: the study presents a model that allows forecasting of staffing levels on the example of information protection units. The vector of triggering of the model indicates that the key factor determining the dynamics of the output variable is the total number of employees of the organization (headcount).

Conclusions: among the existing mathematical methods of forecasting the number of employees the approach based on the construction of piecewise linear regressions is quite convenient and well interpreted tool. The constructed model can be used in forecasting and estimating the number of employees of information protection units in ensuring the required level of security in personal data information systems. At the same time, the analysis of the model shows that when calculating the number of employees of information protection subdivisions the key factor is the scale of the organization characterized by the list number of its employees.

Keywords: information protection, regression model, adequacy criteria, forecasting, piecewise linear regression, staffing of information protection units

For citation: Noskov S.I., Medvedev A.P. Regression piecewise linear risk function for staffing levels of information protection units. Modern Economy Success. 2025. 1. P. 7 – 13. DOI: 10.58224/2500-3747-2025-1-7-13

The article was submitted: September 3, 2024; Approved after reviewing: November 5, 2024; Accepted for publication: January 9, 2025.

Введение

Планирование человеческих ресурсов является одним из наиболее важных аспектов управления организацией. Большинство крупных предприятий самое серьезное внимание уделяют планированию численного состава подразделений как с целью определения своего текущего положения на рынке, так и выявления будущих потребностей в рабочей силе.

Не секрет, что эффективное планирование численного состава сотрудников может существенно повлиять на производительность труда, рациональность распределения ресурсов и общую эффективность работы компании в целом. В условиях изменения внешней и внутренней среды, а также постоянного развития технологий важно использовать современные математические методы для достижения наилучших результатов в этой сфере. Прогнозирование численности подразделений включает в себя несколько важных задач: определение потребности в новых сотрудниках, оценка уровня текучести кадров, анализ существующих кадровых ресурсов, планирование обучения и развития персонала и, как утверждают авторы в работе [1], решает задачу определения факторов, влияющих на удовлетворенность сотрудников их работой.

Вместе с тем, эффективность управления все чаще отождествляется с её экономичностью. В работе [2] авторами приведен пример подобного анализа расчета экономичности аппарата управления анализируемого предприятия.

На практике, как утверждает автор статьи [3], основным и наиболее распространенным методом определения численности персонала является рас-

чет по трудоемкости и фонду рабочего времени. При этом при анализе трудозатрат, как правило, ограничиваются показателем технологической трудоемкости. Именно она определяет нормы затрат рабочего времени основных рабочих.

Основная сложность прогнозирования численности отдельных подразделений, таких, как, например подразделения социального фонда России, состоит в необходимости учета целой совокупности факторов, включая прогноз общей численности населения региона. Так, в работе [4] авторами рассмотрены три прогнозных модели с учетом передвижки возрастов и миграции.

Как утверждают авторы работы [5], методы линейного программирования эффективно используются для составления рациональных планов выпуска и реализации продукции, расчета численности персонала, решения различных управленческих задач. Модели, построенные с использованием теории игр, применяются для решения задач в конфликтных ситуациях. Методы сетевого планирования и управления дают хорошие результаты при формировании моделей крупных промышленных комплексов, создания и освоения автоматизированных систем управления предприятием. Теория графов применяется при моделировании торговых промышленных связей, выбора поставщиков, оптимизации складских операций, рационализации структур управления и т.п. Вместе с тем, существует необходимость проведения анализа по направлениям использования соответствующего математического аппарата в каждом конкретном случае. В [5] также приводится пример модели для расчета потребности в подготовке специалистов.

Кроме отдельных моделей и методов прогнозирования численности подразделений существуют различные подходы к проектированию самой структуры управления персоналом. Так, например, в статье [6] автор отражает основные положения математического проектирования плоской структуры управления таможенного органа, основанные на применении теории массового обслуживания. Представлены основные показатели, позволяющие оценить эффект от перехода к плоским организационным структурам. Также весьма интересен подход, изложенный в работе [7], где показано, как планирование рабочей силы помогает организациям оптимизировать производственный процесс с целью минимизации затрат на распределение ресурсов. Автор работы [8] приводит примеры решения проблемы выбора специалистов и их маршрутизации на примере медицинских организаций. В работе показано, что эти проблемы могут быть решены с помощью методов моделирования с помощью двухэтапного либо одновременного подходов. Наиболее известный в настоящее время одновременный подход дает более точные результаты, совмещая решение задач назначения и маршрутизации, однако сложен при проведении математических вычислений.

Материалы и методы исследований

Отдельного внимания заслуживают методы, основанные на применении искусственных нейронных сетей и алгоритмов машинного обучения. При их использовании становится возможным обрабатывать большие объемы данных и устанавливать сложные закономерности, что позволяет улучшить точность прогнозов, особенно в тех случаях, когда факторы сложны и многогранны. Это особенно актуально при прогнозировании сложных объектов, к каким и относится структурное подразделение предприятия. В последнее десятилетие машинное обучение и автоматизация обрели стремительное развитие, значительно повысив при этом свою роль в бизнес-процессах, а вырабатываемые решения на основе нейросетей все чаще используются для решения трудоемких и сложных задач в рамках функций поиска и найма сотрудников. Так, в статье [9] автор подробно показывает все преимущества использования подобных технологий в сфере планирования и подбора персонала. В работе [10] авторы наглядно показывают, что доступность больших объемов данных и появление Интернета вещей в последние десятилетия максимально способствовали развитию подобных технологий, что, в свою очередь, стало главным приоритетом для некоторых бизнес-

организаций. Это стало своего рода ключевым источником для инноваций в бизнес-моделях, трансформации различных процессов, предупреждения сбоев в работе и достижения конкурентных преимуществ в организациях, ориентированных на данные и цифровую культуру.

Однако, существует целый ряд сложностей при внедрении и использовании подобных технологий. Так, в [11] описывается как минимум четыре основных проблемы, связанные с использованием подобных методов. В работе [12] авторы указывают на одну из ключевых проблем, актуальную при использовании любых методов исследования штатной численности – различный характер трудовых функций специалистов.

Результаты и обсуждения

Построение математических моделей на основе обработки статистических данных является актуальным инструментом исследования потребностей в человеческих ресурсах. При этом сами подходы к их использованию могут различаться. Так, в работе [13] рассматриваются два альтернативных подхода: универсальный и основанный на непредвиденных обстоятельствах взаимосвязи между человеческими ресурсами и эффективностью производства. В то же время автор статьи [14] предлагает к рассмотрению математическую модель самоорганизации трудовых ресурсов, основанную на балансовых уравнениях относительно числа трудоустроенных специалистов в отраслях экономики и безработных специалистов, дифференцированных по признаку последнего места занятости. Показано, что погрешность прогноза занятых специалистов по отраслям экономики Российской Федерации не превосходит 2%, что указывает на адекватность предложенной модели. Автор работы [15] на основе результатов мониторинга российских вузов за 2013 год дает количественную и качественную характеристику учебно-вспомогательного персонала образовательных организаций высшего образования разных организационно-правовых форм, приводит экономико-математическую модель расчета его нормативной численности. Модель рассчитана на основе двух ключевых показателей – коэффициентов численности научно-педагогических работников и студентов на одну штатную единицу. В статье [16] авторами представлено обоснование актуальности прогнозирования потребности в персонале для наукоемкого предприятия, изложены подходы, принципы, методы и дескрипторы методики прогнозирования количественной и качественной потребности. Построена математическая модель,

учитывающая прогнозируемую численность персонала заданной квалификации. В работе [17] показано, как при помощи экономико-математических моделей возможно осуществить прогнозирование таких крупных объектов, как муниципальные образования.

Методы построения линейных и нелинейных регрессий на основе статистических данных используются для анализа зависимости между числом работников и различными факторами, такими, как, например, объем производства и другими целевыми показателями. Так, в работе [18] показаны основные преимущества построения нелинейных регрессий и приведены подходы к определению их параметров. В работе [19] описывается эффективное использование методов регрессионного анализа для оценки деятельности университета.

Согласно сложившейся практике, комбинирование нескольких методов моделирования может повысить точность прогнозов. Это позволяет учитывать как линейные, так и нелинейные взаимосвязи, а также предоставляет возможность соотнесения результатов, полученных на разных моделях. Так, авторы работы [20] предлагают использовать метод комбинированного анализа, основанный на представлении знаний в виде фреймовых правил и семантических сетей, что также показывает хороший результат при планировании.

Для успешного применения математических методов прогнозирования необходимо учитывать несколько ключевых аспектов, а именно: качество данных и специфику организации. Входные данные должны быть достоверными, актуальными и полными. Зачастую необходима их предварительная обработка, включающая в себя очистку, нормализацию и агрегацию. Важно при этом учитывать уникальные характеристики подразделений, их задачи и объем работы. Так, в производственной сфере могут быть свои циклы, отражающиеся на деятельности структурных подразделений.

В работе [21] показано, что для достоверной оценки и построения качественной модели такого объекта, как подразделение по защите информа-

ции, необходимо одновременное выполнение нескольких условий, а именно:

- однородность функционала исследуемых подразделений;
- общая сфера деятельности организаций;
- общий период наблюдения.

Представленная в работе [21] регрессионная модель прогнозирования численности сотрудников подразделений по защите информации отделений социального фонда в России показывает, что определяющей характеристикой при этом является общая численность сотрудников в организации, которая, в свою очередь, зависит от численности населения в регионе.

Рассмотрим хорошо интерпретируемый метод оценки численности сотрудников подразделений по защите информации отделений социального фонда в России, основанный на построении вложенных кусочно-линейных регрессий. В работе [22] описаны их некоторые частные формы, а в статье [23] приведен алгоритм оценивания параметров однородной вложенной кусочно-линейной регрессии первого типа, который, в свою очередь, может быть адаптирован и для вычисления параметров подобной регрессии второго типа. Рассмотрим его численную реализацию.

В качестве исходных данных используем информационную выборку из работы [21]. Введем обозначения:

y – списочная численность подразделения по защите информации;

x_1 – общая численность сотрудников в организации, чел.;

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

x_3 – количество защищенных узлов, шт.

Аналогично рассуждениям, изложенным в [23], будем строить однородную кусочно-линейную регрессию второго типа с индексными множествами I^1 и I^2 , равными:

$$I^1 = \{1, 2\}, I^2 = \{2, 3\}.$$

В результате получим следующую регрессионную модель:

$$y = \max\{\max\{0.009x_1, 0.015x_2\}, \max\{0.015x_2, 0.013x_3\}\}. \quad (1)$$

Средняя относительная ошибка аппроксимации для модели (1) составляет 13%, что указывает на ее адекватность.

Рассчитаем для модели (1) ее вектор срабатываний λ , каждая компонента которого указывает на номер независимой переменной, на которой

реализовался внешний максимум для каждого наблюдения:

$$\lambda = (1, 2, 1, 1, 3, 1, 1, 2, 3, 1).$$

Это означает, что ключевую роль играет переменная x_1 , в наибольшей степени определяющая

поведение выходного фактора.

Предложенный в работе метод анализа штатной численности подразделений на примере подразделения по защите информации, основанный на построении однородной формы вложенной кусочно-линейной модели второго типа, является эффективным и хорошо интерпретируемым.

Анализ модели (1) показывает, что при расчете численности сотрудников подразделений по защите информации основным фактором является масштаб организации, характеризующийся её сплоченной численностью.

Выводы

В работе приведен краткий обзор результатов по анализу, планированию и прогнозированию численного состава сотрудников подразделений в организациях различного профиля. Выявлено, что такой анализ с использованием однородной вложенной кусочно-линейной регрессии второго типа является особенно эффективным для таких сложных объектов, как подразделения по защите информации.

Вместе с тем, при исследовании подобных объектов, очевидно, необходимо учитывать всю совокупность факторов, характеризующих объемы работ подразделения и организации в целом, причем с возможной разбивкой по категориям.

Список источников

1. Zhuang Mei-Er, Pan Wen-Tsao Data Modelling in Human Resource Management: Influencing Factors of Employees' Job Satisfaction // Mathematical problems in engineering. 2022. Vol. 2022. URL: doi.org/10.1155/2022/3588822 (дата обращения: 23.05.2024)
2. Губкина А.А., Курочкина Н.В. Применение экономико-математических методов в управлении предприятием // Актуальные вопросы аграрной экономики: теория, методология, практика: материалы конференции. Нижний Новгород, 17 июня, 2015. С. 130 – 134.
3. Порцев А.М. Методы определения численности персонала аппарата управления производственных предприятий // Вестник удмурдского университета. 2009. Вып. 1. С. 76 – 84.
4. Бесчастнова Н.В., Сазыкина М.Ю., Мамлеева Э.Р., Марьина А.В. Экономико-математические методы исследования трудовых ресурсов // Управление экономикой: методы, модели, технологии: XVII международная научная конференция. 2017. С. 257 – 261.
5. Царегородцев Ю.Н., Ефремова Ю.Е. Экономико-математические методы и модели в управлении ресурсами организации // Симпозиум «Неделя горняка-2007». 2008. С. 240 – 242.
6. Бондаренко А.О. Математическая модель обоснования перехода к плоским структурам управления на примере таможенного органа // Глобальные проблемы научной цивилизации, пути совершенствования: сборник. 2022. С. 442 – 447.
7. Fidanova S. Luque G., Roeva O, Paprzycki M., Gepner P. Ant colony optimization algorithm for workforce planning // Conference: 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. 2017. P. 415 – 419.
8. Semih Y. Human resource planning models for home health care services: assignment and routing problems , 2014, 127 p.
9. Hmoud B. The adoption of artificial intelligence in human resource management and the role of human resources // Forum Scientiae Oeconomia. 2021. P. 105 – 118.
10. Chowdhury S., Dey P., Joel-Edgar S., Bhattacharya S., Rodriguez-Espindola O., Abadie A., Truong L. Unlocking the value of artificial intelligence in human resource management through AI capability framework, 2023. URL: doi.org/10.1016/j.hrmr.2022.100899 (дата обращения: 23.05.2024)
11. Tambe P., Cappelli P., Yakubovich V. Artificial Intelligence in Human Resources Management: Challenges and a Path Forward. 2019. Vol. 61. URL: doi.org/10.1177/0008125619867910 (дата обращения: 23.05.2024)
12. Gelinas D., Sadreddin A., Vahidov R. Artificial Intelligence in Human Resources Management: A Review and Research Agenda // Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems. 2022. Vol. 14. URL: doi.org/10.17705/1pais.14601 (дата обращения: 24.05.2024)
13. Mark A. Youndt, Scott A. Snell, James W. Dean, Jr., David P. Lepak Human Resource Management, Manufacturing Strategy, and Firm Performance // Academy of Management Journal. 2017. Vol. 39. URL: <https://doi.org/10.5465/256714> (дата обращения: 23.05.2024)
14. Невечеря А.П. Исследование динамики трудовых ресурсов на основе многоотраслевой математической модели рынка труда // Экономика и математические методы. 2016. № 2. С. 129 – 140.

15. Осипова О.С. Экономико-математическое моделирование нормативной численности учебно-вспомогательного персонала образовательных организаций // *Управленческие науки в современном мире*. 2015. № 1 (1). С. 508 – 513.
16. Подвербных О.Е., Самохвалова С.М., Соколова Е.Л., Кукушкин С.Г., Дятлов Д.В., Рошкова Н.С. О развитии инструментария прогнозирования потребности в персонале наукоемкого предприятия // *Экономика труда*. 2021. № 11. С. 1297 – 1314.
17. Аитова Ю.С., Орешников В.В. Использование методов экономико математического моделирования при разработке прогноза развития муниципального образования // *Вестник НГИЭИ*. 2017. № 10. С. 89 – 99.
18. Ruckstuhl A. Introduction to Nonlinear Regression, 2010. 30 p.
19. Eric Ng, Hong C., Zheng L., Ramesh K. M. H. M. An Effectiveness of Human Resource Management Practices on Employee Retention in Institute of Higher learning: -A Regression Analysis // *International Journal of Business Research and Management (IJBRM)*. 2012. Vol. 3. P. 60 – 79.
20. Byeon, Dae-Ho A Study on Knowledge Representation Schemes for Use in Human Resource Management Problem Domains // *Asia pacific journal of information systems*. 1997. Vol. 7. P. 85 – 97.
21. Носков С.И., Медведев А.П. Регрессионное моделирование штатной численности подразделений по защите информации // *Инженерный вестник Дона*. 2024. № 6. 9 с. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2024/9283 (дата обращения: 01.06.2024)
22. Носков С.И. Некоторые формы вложенной кусочно-линейной регрессии // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2023. № 3 С. 467 – 469.
23. Носков С.И., Белинская С.И. Вычисление оценок параметров однородной вложенной кусочно-линейной регрессии // *Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки*. 2023. № 4. С. 115 – 120.

References

1. Zhuang Mei-Er, Pan Wen-Tsao Data Modelling in Human Resource Management: Influencing Factors of Employees' Job Satisfaction. Mathematical problems in engineering. 2022. Vol. 2022. URL:doi.org/10.1155/2022/3588822 (accessed: 23.05.2024)
2. Gubkina A.A., Kurochkina N.V. Application of economic and mathematical methods in enterprise management. Actual issues of agrarian economics: theory, methodology, practice: conference materials. Nizhny Novgorod, June 17, 2015. P. 130 – 134.
3. Portsev A.M. Methods for determining the number of personnel in the management apparatus of manufacturing enterprises. Bulletin of the Udmurt University. 2009. Issue. 1. P. 76 – 84.
4. Beschatnova N.V., Sazykina M.Yu., Mamleeva E.R., Maryina A.V. Economic and mathematical methods for studying labor resources. Economic Management: Methods, Models, Technologies: XVII International Scientific Conference. 2017. P. 257 – 261.
5. Tsaregorodtsev Yu.N., Efremova Yu.E. Economic and mathematical methods and models in managing the organization's resources. Symposium "Miner's Week-2007". 2008. P. 240 – 242.
6. Bondarenko A.O. Mathematical model for substantiating the transition to flat management structures using the example of the customs authority. Global problems of scientific civilization, ways of improvement: collection. 2022. P. 442 – 447.
7. Fidanova S. Luque G., Roeva O, Paprzycki M., Gepner P. Ant colony optimization algorithm for work-force planning. Conference: 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. 2017. P. 415 – 419.
8. Semih Y. Human resource planning models for home health care services: assignment and routing problems, 2014, 127 p.
9. Hmoud B. The adoption of artificial intelligence in human resource management and the role of human resources. Forum Scientiae Oeconomia. 2021. P. 105 – 118.
10. Chowdhury S., Dey P., Joel-Edgar S., Bhattacharya S., Rodriguez-Espindola O., Abadie A., Truong L. Unlocking the value of artificial intelligence in human resource management through AI capability frame-work, 2023 URL:doi.org/10.1016/j.hrmmr.2022.1.00899 (date of access: 05/23/2024)
11. Tambe P., Cappelli P., Yakubovich V. Artificial Intelligence in Human Resources Management: Challenges and a Path Forward. 2019. Vol. 61. URL: doi.org/10.1177/0008125619867910 (date of access: 05/23/2024)

12. Gelinas D., Sadreddin A., Vahidov R. Artificial Intelligence in Human Resources Management: A Review and Research Agenda. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*. 2022. Vol. 14. URL: doi.org/10.17705/1pais.14601 (accessed May 24, 2024)
13. Mark A. Youndt, Scott A. Snell, James W. Dean, Jr., David P. Lepak Human Resource Management, Manufacturing Strategy, and Firm Performance. *Academy of Management Journal*. 2017. Vol. 39. URL: <https://doi.org/10.5465/256714> (date of access: 23.05.2024)
14. Nevecherya A.P. Study of labor resource dynamics based on a multi-sector mathematical model of the labor market. *Economy and mathematical methods*. 2016. No. 2. P. 129 – 140.
15. Osipova O.S. Economic and mathematical modeling of the standard number of educational and auxiliary personnel of educational organizations. *Management sciences in the modern world*. 2015. No. 1 (1). P. 508 – 513.
16. Podverbnykh O.E., Samokhvalova S.M., Sokolova E.L., Kukushkin S.G., Dyatlov D.V., Roshkova N.S. On the development of tools for forecasting the need for personnel of a knowledge-intensive enterprise. *Labor Economics*. 2021. No. 11. P. 1297 – 1314.
17. Aitova Yu.S., Oreshnikov V.V. Using methods of economic and mathematical modeling in developing a municipality development forecast. *Bulletin of NGIEL*. 2017. No. 10. P. 89 – 99.
18. Ruckstuhl A. *Introduction to Nonlinear Regression*, 2010. 30 p.
19. Eric Ng, Hong C., Zheng L., Ramesh K. M. H. M. An Effectiveness of Human Resource Management Practices on Employee Retention in Institute of Higher learning: -A Regression Analysis. *International Journal of Business Research and Management (IJBRM)*. 2012. Vol. 3. P. 60 – 79.
20. Byeon, Dae-Ho A Study on Knowledge Representation Schemes for Use in Human Resource Management Problem Domains. *Asia pacific journal of information systems*. 1997. Vol. 7. P. 85 – 97.
21. Noskov S.I., Medvedev A.P. Regression modeling of the staffing level of information security departments. *Engineering Bulletin of the Don*. 2024. No. 6. 9 p. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2024/9283 (date of access: 01.06.2024)
22. Noskov S.I. Some forms of nested piecewise linear regression. *Bulletin of the Tula State University. Technical sciences*. 2023. No. 3. P. 467 – 469.
23. Noskov S.I., Belinskaya S.I. Calculation of parameter estimates for homogeneous nested piecewise linear regression. *Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical sciences*. 2023. No. 4. P. 115 – 120.

Информация об авторах

Носков С.И., доктор технических наук, профессор, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15, sergey.noskov.57@mail.ru, 8 (3952) 638-399, доп. 0322

Медведев А.П., аспирант, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15, medvedeff.a.p@yandex.ru, 89086631663

© Носков С.И., Медведев А.П., 2025