

УДК 519.233

## РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ ЯКУТИИ

**Борисов Алексей Иванович,**

старший преподаватель Северо-Восточного федерального университета имени М.К.

Аммосова

e-mail: tbbai@mail.ru

### Аннотация

Статья о принципах и целесообразности построения прогнозных регрессионных моделей развития автомобильных дорог на арктических территориях Якутии. В эконометрике они остаются одним из востребованных методов для оценки эффективности инвестиций, прогнозирования перспектив развития объектов. Построенные регрессионные модели демонстрируют зависимость грузооборота и доходности региональных бюджетов от качества и протяженности автомобильных дорог. Автор определяет ключевые показатели, определяющие эффективность использования автомобильных дорог на территории со сложными условиями для грузоперевозок.

**Ключевые слова:** автомобильные дороги, арктические территории, прогноз, развитие, регрессионная модель.

## REGRESSION MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF ROADS IN THE ARCTIC TERRITORIES OF YAKUTIA

**Alexey I. Borisov,**senior lecturer of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "M. K.  
Ammosov North-Eastern Federal University"

e-mail: tbbai@mail.ru

### ABSTRACT

The article about the principles and expediency of building predictive regression models for the development of roads in the Arctic territories of Yakutia. In econometrics, they remain one of the popular methods for evaluating the effectiveness of investments, forecasting the prospects for the development of facilities. The constructed regression models demonstrate the dependence of freight turnover and the profitability of regional budgets on the quality and length of roads. The author defines the key indicators that determine the efficiency of the use of roads in the territory with difficult conditions for cargo transportation.

**Keywords:** roads, Arctic territories, forecast, development, regression model.

### **Введение**

Регрессионным моделям касаются автомобильных дорог посвящены ряд работ, например, научные статьи К. В. Бакланова [1], Д. С. Горбатенко [2], С. В. Копылова [3], Ю. А. Новосёлова [4], С. И. Носкова [5], А. П. Частикова [8] и других исследователей.

Развитие автомобильных дорог арктических территорий Якутии является обязательным условием развития всех экономических отраслей региона, в том числе горнодобывающей промышленности. К настоящему моменту крупные природные месторождения полезных ископаемых удалены от промышленных регионов и крупных автодорожных узлов, что делает их труднодоступными для освоения. Внутри арктических территорий Республики Саха (Якутия) отсутствует устойчивая круглогодичная транспортная связь, дорожный транспортный комплекс развивается медленными темпами [6].

Арктическая зона из-за климатических и географических особенностей остается одной из самых сложных в освоении и обеспечении автомобильным транспортом. Это обусловлено экстремальными и изменчивыми метеоусловиями, нарушающими регулярность транспортного снабжения, большими расстояниями между населёнными пунктами, необходимостью использовать временные пути снабжения – автозимники.

Планирование инвестиций в развитие автодорожной сети региона со сложными климатическими условиями невозможно без прогнозирования эффективности. Построение прогнозных регрессионных моделей развития автомобильных дорог арктических территорий Якутии позволяет увидеть, как изменение параметров дорожной сети отражается на объемах грузооборота и на размерах доходов местных бюджетов.

Исследование дает возможность увидеть степень детерминированности вариации критериальной (зависимой) переменной от предикторов (независимых переменных). Построение прогнозных линейных регрессивных моделей позволяет предсказать значение зависимой переменной и определить влияние различных независимых переменных на зависимую. Построение линейных трендов зависимости основано на математическом методе аппроксимации – он позволяет создать упрощенную модель с анализом количественных показателей без учета качественных.

### **Постановка проблемы**

В настоящее время перспективность развития сети автомобильных дорог в районах со сложными климатическими и географическими условиями анализируется различными методами, и ни один из них в отдельности не может продемонстрировать полную законченную картину. Необходимо анализировать десятки показателей, позволяющих оценить влияние расширения транспортной сети на экономику региона и совмещать полученные результаты.

Проектирование новых автодорожных сетей, модернизация и реконструкция имеющихся транспортных узлов и линий должны проводиться с учетом анализа статических данных. Построение эконометрических уравнений линейного регрессионного типа дает возможность исключить избыточные предикторы и получить выводы на основании сравнения небольшого количества переменных. Это позволяет оценить количественные изменения экономических показателей при изменении переменных величин. Полученные данные демонстрируют, как меняется эффективность эксплуатации автомобильных дорог на арктических территориях.

### **Вопросы исследования**

При проведении исследования были поставлены следующие вопросы:

- определение влияния протяженности сети автомобильных дорог на грузооборот автомобильного транспорта всех видов деятельности;
- определение линейного тренда зависимости между протяженностью автомобильных дорог общего пользования и доходами местных бюджетов;
- определение линейного тренда зависимости между протяженностью автомобильных дорог общего пользования и синхронизированными данными (грузооборотом автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности и доходами местных бюджетов).

Построение прогнозных регрессионных моделей линейного типа дает возможность увидеть, как меняются исследуемые экономические показатели при изменении минимального количества переменных. Они демонстрируют прямую зависимость между эффективностью работы автодорожной сети и экономической ситуацией в регионе со сложными климатическими условиями.

#### **Цель исследования**

Целью исследования является анализ влияния степени развитости автодорожной сети арктических территорий Республики Саха (Якутия) на объемы грузоперевозок и степень наполняемости местных бюджетов. Построение прогнозных регрессионных моделей позволит определить, как повлияет изменение протяженности автомобильных дорог на экономическую ситуацию в регионе.

#### **Материалы и методы исследования**

Материалами для проведения исследования послужили статистические данные об эксплуатации дорог на территории арктической зоны Республики Саха (Якутия). Анализировались статистические показатели протяженности автомобильных дорог, объемов грузооборота автомобильного транспорта и их влияние на размеры бюджета Абыйского, Алихановского, Анбарского, Булунского, Верхнеколымского, Верхоянского, Жиганского, Момского, Нижнеколымского, Оленекского, Среднеколымского, Усть-Янского, Эвено-Батанайского муниципальных районов. Перечисленные территории располагаются в арктической зоне, и на них еще недостаточно сформирована сеть автомобильных дорог круглогодичного пользования. Это создает сложности в освоении природных ресурсов территорий и развития их экономики.

Исследование проводилось с помощью статистического, расчетного методов, а также с помощью построения математических эконометрических моделей и регрессионного анализа. Результате проведенных расчетов представлены в виде графиков линейных функций, позволяющих судить об общем тренде зависимости между количественными показателями.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Используемые для исследования статистические данные отражены в таблице 1. В ней приводится информация о протяженности автодорог общего пользования по состоянию на конец 2020 года, об объемах автомобильного грузооборота коммерческих организаций всех отраслей, а также объем доходов местных бюджетов за указанный период.

Результатом исследования стало построение прогнозных регрессионных моделей развития автомобильных дорог. Они наглядно демонстрируют, что увеличение протяженности постоянных автомобильных дорог напрямую влияют на объем грузоперевозок, что приводит к значительному повышению доходов местных бюджетов. Статистические эконометрические модели отражают общую ситуацию в экономике: развитость автодорожной сети в муниципальном районе приводит к общему улучшению его экономических показателей.

Таблица 1. Статистические данные арктических районов Якутии [7]

№	Муниципальные районы	Протяженность автомобильных дорог общего пользования (на конец года 2020 года; км)	Грузооборот автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности (тыс. тонно-км)	Доходы местных бюджетов (тыс. руб.)
1	Абыйский муниципальный район	838,4	5612,9	898623,1
2	Аллаиховский муниципальный район	238,4	544	610650,6
3	Анабарский национальный (долгано-эвенкийский) муниципальный район	351,7	1457,6	882438,7
4	Булунский муниципальный район	261,6	2063,7	1353272
5	Верхнеколымский муниципальный район	393,1	22046,2	630432,1
6	Верхоянский муниципальный район	1618,7	114571,5	2734729,1
7	Жиганский национальный эвенкийский муниципальный район	321,3	6471	882682,2
8	Момский муниципальный район	1142,3	4706,4	1058728,2
9	Нижнеколымский муниципальный район	584,2	21602,8	862789,4
10	Оленёкский эвенкийский национальный муниципальный район	718,4	1529,6	1374166,7
11	Среднеколымский муниципальный район	773,6	9395,4	1358004,6

12	Усть-Янский муниципальный район	1211,9	12197,9	1485073,7
13	Эвено-Быгантайский национальный муниципальный район	182,3	5442,1	646134,2

На основании аппроксимации линейного тренда зависимости между протяженностью автомобильных дорог общего пользования и грузооборотом автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности построена регрессионная модель следующего вида:  $y = 45,12x - 14003$ .

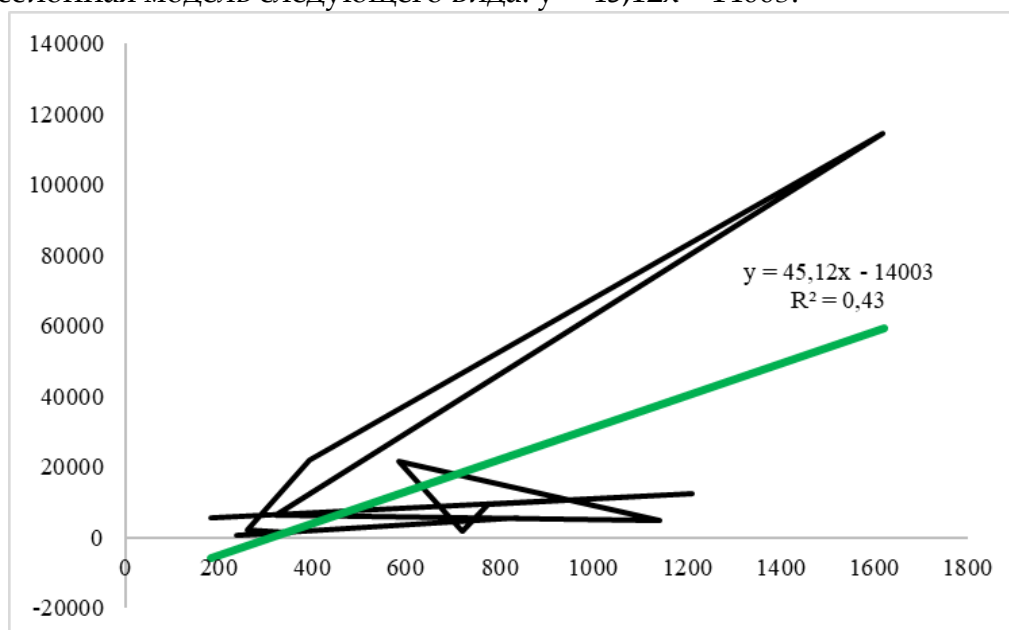


Рисунок 1. Регрессионная модель зависимости между протяженностью автомобильных дорог общего пользования и грузооборотом автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности

На основании аппроксимации линейного тренда зависимости между протяженностью автомобильных дорог общего пользования и доходами местных бюджетов построена регрессионная модель следующего вида:  $y = 1007,5x + 467443$ .

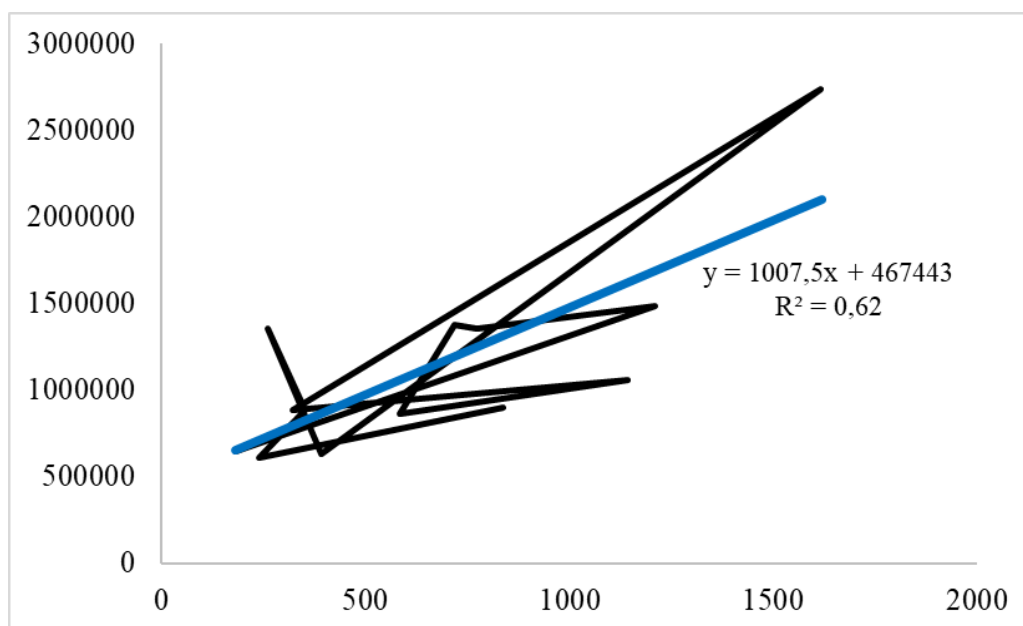


Рисунок 2. Регрессионная модель зависимости между протяженностью автомобильных дорог общего пользования и доходами местных бюджетов

На основании аппроксимации линейного тренда зависимости между протяженностью автомобильных дорог общего пользования и синхронизированными данными (грузооборотом автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности и доходами местных бюджетов) построена регрессионная модель следующего вида:  $y = 21,4x + 514,5$ .

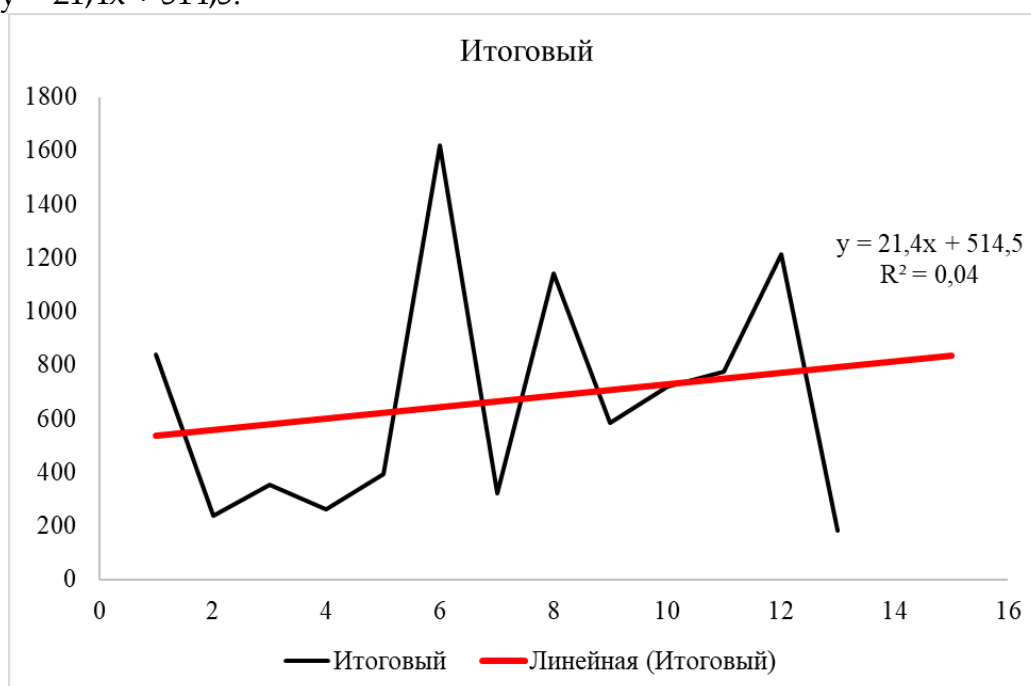


Рисунок 3. Регрессионная модель зависимости между протяженностью автомобильных дорог общего пользования и синхронизированными данными

#### Выводы

Построенные графики линейных функций позволяют визуализировать как влияет протяженность дорог общего пользования на экономические показатели исследуемых районов. Улучшение дорожной ситуации в муниципальном районе приводит к значительному увеличению объемов грузооборота и росту наполняемости бюджетов. Представленные прогнозные модели позволяют оценить результативность инвестирования в дорожно-транспортную сеть региона. Вложение в строительство, модернизацию и

реконструкцию автодорог общего пользования в итоге окупается благодаря улучшению экономической ситуации.

### **Заключение**

Ситуация с развитием транспортной сети на арктических территориях Якутии остается сложной. Строительство автодорожной сети затруднено из-за сложных климатических условий, большой удаленности населенных пунктов от регионального центра и других факторов. Однако эконометрическое прогнозирование позволяет становить целесообразность инвестирования в развитие дорожной сети: увеличение протяженности автодорог положительно сказывается на работоспособности предприятий региона, увеличении объема грузооборота между ними и повышении доходности местных бюджетов.

Проведенное исследование показывает, что расширение дорожной сети экономически выгодно: оно повышает результативность освоения природных ресурсов региона, способствует развитию предприятия различных отраслей, повышает качество жизни населения за счет большей транспортной доступности объектов. Увеличение наполняемости местных бюджетов дает возможность реализовать всевозможные социальные и инфраструктурные проекты для улучшения условий проживания в отдаленных регионах страны.

### **Благодарность**

*Данная научная статья написана в рамках гранта Российского научного фонда (проект № 21-17-00250). Выражаю благодарность руководителю проекта Саввиной Антонине Николаевне, а также своему научному руководителю по аспирантуре – Гнатюк Галине Анисимовне за помощь в поиске источников литературы, которые стали основой для написания этой статьи.*

### **Список литературы:**

1. Бакланова, К. В. Влияние параметров транспортного потока и характеристик дорог на безопасность дорожного движения / К. В. Бакланова // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2023. – № 2. – С. 99-110.
2. Горбатенко, Д. С. Методические основы создания многофакторных регрессионных моделей аварийности на автомобильных дорогах / Д. С. Горбатенко, А. И. Рябчинский // Вестник Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета). – 2007. – № 2. – С. 90-95.
3. Копылов, С. В. Взаимосвязь развития сети автомобильных дорог и внедорожного эффекта на примере Республики Саха (Якутия) / С. В. Копылов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-3. – С. 521-524.
4. Новосёлов, Ю. А. Корреляционно-регрессионные модели в прогнозировании загруженности транспортных магистралей города / Ю. А. Новосёлов, А. А. Новосёлов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. – Т. 6. – № 1. – С. 134-139.
5. Носков, С. И. Математическая модель динамики дорожного строительства в Российской Федерации / С. И. Носков [и др] // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 4 (42). – С. 95-99.
6. Тарасов, П. И. Развитие транспортных сетей республики Саха (Якутия) / П. И. Тарасов // Арктика и север. – 2014. – № 17. – С. 65-77.
7. Транспорт в России. 2021: стат. сб. / Росстат. – М., 2021. – 215 с.
8. Частиков, А. П. Регрессионный анализ для прогнозирования объема работ при ремонте дорог / А. П. Частиков, П. М. Урвачев, Г. В. Аксенов // Политематический

сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 99.

**References:**

1. Baklanova, K.V. Influence of traffic flow parameters and road characteristics on road safety/K.V. Baklanova//Intellect. Innovation. Investments. – 2023. – № 2. - S. 99-110.
2. Gorbatenko, D. S. Methodological foundations for the creation of multifactorial regression models of accidents on roads/D. S. Gorbatenko, A. I. Ryabchinsky//Bulletin of the Moscow Automobile and Road Institute (State Technical University). – 2007. – № 2. - S. 90-95.
3. Kopylov, S.V. The relationship between the development of the road network and the out-of-transport effect on the example of the Republic of Sakha (Yakutia )/S.V. Kopylov//Fundamental research. – 2014. – № 9-3. - S. 521-524.
4. Novosyolov, Yu. A. Correlation and regression models in predicting traffic congestion in the city/Yu. A. Novosyolov, A. A. Novosyolov//Interexpo Geo-Siberia. – 2014. - T. 6. – № 1. - S. 134-139.
5. Noskov, S.I. Mathematical model of the dynamics of road construction in the Russian Federation/S.I. Noskov [et al. ]//Engineering and construction bulletin of the Caspian Sea. – 2022. – № 4 (42). - S. 95-99.
6. Tarasov, P.I. Development of transport networks of the Republic of Sakha (Yakutia)/P.I. Tarasov//Arctic and North. – 2014. – №. 17. - S. 65-77.
7. Transport in Russia. 2021: Statistical compendium/ Rosstat – M., 2021. – 215 p.
8. Particles, A.P. Regression analysis to predict the scope of work during road repairs/A.P. Chastikov, P.M. Urvachev, G.V. Aksenov// Politematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. – 2014. – № 99.