

быть сопряжены с другими институциональными инструментами, действующими в сложившейся институциональной среде.

### Источники

1. *Исраилова, Э. А.* Проблемы институционализации экономических интересов хозяйствующих субъектов в условиях рыночных отношений / Э. А. Исраилова // Экон. науки. — 2008. — № 6(43). — С. 142–144.

*Israilova, E. A.* Problems of institutionalization of economic interests of economic entities in the conditions of market relations / E. A. Israilova // Econ. sciences. — 2008. — № 6(43). — P. 142–144.

2. *Бродский, А. Л.* Экономические интересы мезоэкономического уровня : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.01 / А. Л. Бродский ; Сев.-Кавказ. гос. техн. ун-т. — Ставрополь, 2005. — 25 с.

*Brodsky, A. L.* Economic interests of the meso-economic level : abstr. of the diss. ... of candidate of econ. sciences : 08.00.01 / A. L. Brodsky ; North-Caucasus State Techn. Univ. — Stavropol, 2005. — 25 p.

3. *Радина, О. И.* Институционально-рыночный механизм управления развитием социальной сферы региона / О. И. Радина. — Ростов н/Д : СКНЦ ВШ ЮФУ, 2007. — С. 154.

*Radina, O. I.* Institutional and market mechanism for managing the development of the social sphere of the region / O. I. Radina. — Rostov-on-Don : NCSC of HE SFedU, 2007. — P. 154.

4. *Маркусенко, М. В.* Стимулы экономического поведения участников валютного рынка / М. В. Маркусенко // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. — 2020. — № 3. — С. 64–73.

*Markusenko, M. V.* Incentives of economic behavior of participants in the foreign exchange market / M. V. Markusenko // Belarusian State Econ. Univ. Bull. — 2020. — № 3. — P. 64–73.

5. *Маркусенко, М. В.* Валютно-регуляторная теория и валютно-регуляторный режим: роль в реализации стратегий участников валютного рынка / М. В. Маркусенко // Науч. тр. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Ю. Шутилин (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2020. — Вып. 13. — С. 372–378.

*Markusenko, M. V.* Currency-regulatory theory and currency-regulatory regime: the role in the implementation of strategies of foreign exchange market participants / M. V. Markusenko // Sci. works / Belarus State Econ. Univ. ; editorial board: V. Yu. Shutilin (chief ed.) [et al.]. — Minsk, 2020. — Iss. 13. — P. 372–378.

6. *Лученок, А. И.* Институты правят экономикой / А. И. Лученок. — Минск : Беларус. навука, 2018. — 279 с.

*Luchenok, A. I.* Institutions rule the economy / A. I. Luchenok. — Minsk : Belarusian science, 2018. — 279 p.

Статья поступила в редакцию 10.12.2020 г.

УДК 330.4:338.4

**S. Miksyuk**  
**Ya. Mihailovskaya**  
**A. Kruk**  
BSEU (Minsk)

## MODELING FINAL DEMAND FOR DOOR LEAVES USING DIGITAL MARKETING METRICS

*As a result of the study, a set of digital marketing metrics factors that affect the dynamics of door leaves demand in the B2C e-commerce market segment were substantiated; using the R package, ADL models were developed to describe the dependence of the volume of door leaf sales on the selected digital marketing metrics: number of days on sale, the number of days on the main page; based on the results of the study, possible digital marketing measures were discussed to manage the demand for door leaves.*

**Keywords:** digital marketing metrics; door leaf demand; ADL models; demand modeling; door leaf demand factors; e-commerce; B2C; demand management.

С. Ф. Миксюк  
доктор экономических наук, профессор  
Я. Д. Михайловская  
А. О. Крук  
БГЭУ (Минск)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЕЧНОГО СПРОСА НА ДВЕРНЫЕ ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТРИК DIGITAL-МАРКЕТИНГА

*В результате исследования обоснован набор факторов-метрик digital-маркетинга, влияющих на динамику спроса на дверные полотна в сегменте рынка электронной коммерции B2C; с использованием пакета R разработаны ADL-модели для описания зависимости объема продаж дверных полотен от выделенных метрик digital-маркетинга: количество дней на распродаже, количество дней на главной странице; по результатам исследования обсуждены возможные мероприятия digital-маркетинга по управлению конечным спросом на дверные полотна.*

**Ключевые слова:** метрики digital-маркетинга; конечный спрос на дверные полотна; ADL-модели; моделирование конечного спроса; факторы спроса на дверные полотна; электронная коммерция; B2C; управление конечным спросом.

Работа корпоративной информационной системы производственного предприятия начинается с формирования SOP-плана, и от того, насколько качественным будет прогноз конечного спроса на продукцию, зависят качество формирования производственной программы и уровень запасов предприятия как основной индикатор эффективности менеджмента предприятия. В условиях неустойчивой экономической конъюнктуры заявки конечных потребителей не могут рассматриваться как достоверный источник информации. Более надежным является прогноз, построенный не только на информации «снизу» (по заявкам), но и «сверху» — автономный прогноз спроса на конечную продукцию предприятия-производителя. В контексте формирования информационной базы преимущество интернет-торговли, в отличие от оффлайн-продаж, состоит в том, что в данном секторе имеется большой массив формальной информации, отражающей поведение конечного потребителя. Большие массивы данных позволяют эффективно использовать статистические методы прогнозирования.

Прогнозирование спроса является предметом особого интереса во многих научных трудах. Большое количество обзоров прогнозирования спроса и доступные модели свидетельствуют о популярности данного предмета.

В современной литературе [1–5] подчеркивается сложность процесса прогнозирования спроса на товары длительного пользования с учетом специфики потребления, производства и продажи этих товаров, например, традиционно длительное время разработки продукта, сокращающийся жизненный цикл продукта, большое разнообразие продуктов и изменчивых профилей спроса в отрасли и др. Также в литературе обсуждается вопрос о том, что при прогнозировании спроса требуется обосновать соответствующий уровень агрегирования данных, а также выбор соответствующих факторов, объясняющие изменение спроса.

За десятилетия исследований был предложен и изучен ряд подходов к прогнозированию спроса на розничные товары неповседневного спроса. Традиционные методы прогнозирования спроса в розничной торговле сильно различаются по сложности [2, 3]. Самый простой и широко распространенный на практике — подход, который в современных концепциях прогнозирования рассматривается как «наивный». В его основе лежит принцип, что будущие продажи равны наблюдаемым продажам с последующей экспертной корректировкой последних с учетом тенденций движения рынка. Современные же

концепции прогнозирования включают широкий спектр формальных методов прогнозирования, вплоть до сложных моделей с применением искусственного интеллекта. Сегодня выделяют три группы методов, широко исследуемых в управлении операциями: статистические методы, методы искусственного интеллекта и гибридные подходы. В литературе отмечается, что методы искусственного интеллекта продемонстрировали лучшую точность, чем традиционные методы временных рядов [5], что справедливо при условии сохранения в прогнозном периоде трендов отчетного. В условиях экономической нестабильности появления новых рисков их использование ограничено, и в этой части преимущественно обладают статистические методы прогнозирования по индикаторам [2].

В [6] приведены некоторые результаты исследования спроса на дверные полотна в сегменте рынка электронной коммерции В2С. В результате исследования обоснован набор метрик digital-маркетинга по данной группе товара по дням: объем продаж, выручка от реализации, дата поступления товара в экспозицию магазина, дата размещения товара на сайте, количество дней на сайте до поступления товара в магазин, количество дней на главной странице сайта, количество дней в категории «Хит», количество дней в категории «Новинка», количество дней в категории «Распродажа», количество просмотров на сайте, количество заявок на товар с формой обратной связи на сайтах, в соцсетях и на маркетплейсах.

Целью настоящего исследования является формальное обоснование набора факторов-метрик digital-маркетинга, влияющих на динамику спроса на дверные полотна в сегменте рынка электронной коммерции В2С.

В качестве результативного показателя выбраны объем продаж и конверсия (отношение объема продаж к количеству просмотров), остальные метрики рассматривались как факторы. Для построения модели собраны данные за период с 1 января 2018 г. по 13 марта 2020 г. (более 800 наблюдений по каждому ряду показателей). Система показателей учитывает как продажи и движение товара в оффлайн-магазинах, так и отображение товара на сайте и запросы товара через онлайн-каналы. На основе визуального анализа поведения рядов данных из набора потенциальных факторов для детального исследования были отобраны два фактора: количество дней на главной странице сайта и количество дней в категории «Распродажа».

Тесная связь объемов продаж дверных полотен и строительства, а также длительность последнего предопределяют длительный период и процесса покупки дверных полотен, детальное изучение сайтов потребителями. Учесть высокую степень инерционности данного процесса представляется возможным на основе использования в качестве инструментального средства для прогнозирования спроса модели авторегрессии с распределенным лагом (*autoregressive distributed lags, ADL*) порядка, общий вид которой представлен в виде

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \cdot Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{q_1} \beta_{1j} \cdot X_{1,t-j} + \sum_{j=1}^{q_2} \beta_{2j} \cdot X_{2,t-j} + \dots + \sum_{j=1}^{q_k} \beta_{kj} \cdot X_{k,t-j},$$

где  $Y(t)$  — зависимая переменная;  $X_i(t)$  ( $i = \overline{1, k}$ ) — факторы;  $p$  — лаг зависимой переменной;  $q_i$  — лаг  $i$ -й объясняющей переменной,  $i = \overline{1, k}$ .

Основной проблемой при работе с *ADL*-моделями являются их оценивание и диагностика. Также сложен процесс анализа параметров модели с распределенным лагом. Приемы интерпретации действительны только в предположении, что все коэффициенты при текущем и лаговых значениях исследуемого фактора имеют одинаковые знаки. Это предположение вполне оправдано с экономической точки зрения: воздействие одного и того же фактора на результат должно быть однонаправленным независимо от того, с каким временным лагом измеряется сила или теснота связи между этими признаками. Однако на практике получить статистически значимую модель, параметры которой имели бы одинаковые знаки, особенно при большой величине лага, чрезвычайно сложно [7].

Определение числа лагов для переменных, входящих в модель, неизбежно сопровождается построением ряда моделей и выбором наилучшей из них. Общепринятой стратегией выбора модели в настоящее время является подход от общего к частному (*from general to simple*), в соответствии с которым построение начинается с наиболее общей модели как по набору объясняющих переменных, так и по количеству включенных лагов. За максимальные лаги принято брать порядки соответствующих *ARIMA*-моделей рассматриваемых рядов. Построенная модель подвергается различным тестам: на автокорреляцию остатков, нормальность, гетероскедастичность. Если модель проходит все диагностические тесты, на следующем шаге исследуется возможность наложения различных ограничений на ее коэффициенты. Такими ограничениями могут быть исключение из модели отдельных переменных или лагов, равенство некоторых коэффициентов между собой и т.д. Обычно проверяемые ограничения порождаются как содержательными теоретическими соображениями, так и численными значениями оценок коэффициентов.

Тестировались две модели: 1) отношение объема продаж к количеству просмотров ( $y_{new}$ ) в зависимости от факторов — количество дней на главной странице сайта ( $x2$ ), количество дней в категории «Распродажа» ( $x1$ ); 2) объем продаж ( $y$ ) в зависимости от факторов — количество дней на главной странице сайта ( $x2$ ), количество дней в категории «Распродажа» ( $x1$ ). Для программной реализации моделей использовался пакет *R*.

Результаты работы пакета для первой итерации построения модели 1 представлены на рис. 1. Из рисунка видно, что за исключением некоторых все коэффициенты статистически незначимы, поэтому по принципу *from general to simple* начинаем исключать незначимые коэффициенты. Также исключаем те переменные, коэффициенты при которых противоречат экономической теории: нахождение полотна в позициях «Распродажа» и «На главной странице» не может отрицательно сказываться на объемах продаж.

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.24473 -0.00457 -0.00457  0.00089  0.68416

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.0045719  0.0017810   2.567  0.0104 *
x1.t         -0.4422591  0.2712019  -1.631  0.1034
x1.1         0.7822765  0.5519854   1.417  0.1568
x1.2        -0.3492621  0.4563560  -0.765  0.4443
x1.3         0.0236181  0.3973967   0.059  0.9526
x1.4         0.0164066  0.3973307   0.041  0.9671
x1.5        -0.0260015  0.4138286  -0.063  0.9499
x1.6        -0.0236249  0.4320040  -0.055  0.9564
x1.7         0.0245997  0.2124904   0.116  0.9079
x2.t         0.0112261  0.1662083   0.068  0.9462
x2.1        -0.0699264  0.2273094  -0.308  0.7584
x2.2         0.0621787  0.2272195   0.274  0.7844
x2.3        -0.0087343  0.2271187  -0.038  0.9693
x2.4         0.0025017  0.2271188   0.011  0.9912
x2.5        -0.0160290  0.2548834  -0.063  0.9499
x2.6         0.0098822  0.2094201   0.047  0.9624
x2.7        -0.0172706  0.0374230  -0.461  0.6446
y_new.1      0.9052223  0.0325863  27.779 <2e-16 ***
y_new.2      0.0055749  0.0438346   0.127  0.8988
y_new.3      0.0351898  0.0436505   0.806  0.4204
y_new.4     -0.0444326  0.0430789  -1.031  0.3027
y_new.5     -0.0017639  0.0432259  -0.041  0.9675
y_new.6     -0.0001394  0.0434200  -0.003  0.9974
y_new.7     -0.4510506  0.0430909 -10.467 <2e-16 ***
y_new.8      0.4248888  0.0325536  13.052 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.03974 on 770 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7999,    Adjusted R-squared:  0.7937
F-statistic: 128.2 on 24 and 770 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Рис. 1. Результаты работы пакета *R* для построения *ADL*-модели для ряда вероятностей продаж: итерация 1 (с включением всех лагов)

Источник: разработано авторами.

Таким образом, процессом последовательного исключения переменных мы приходим к модели, представленной на рис. 2.

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.49213 -0.00503 -0.00503  0.00040  0.67918

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.005032   0.001814   2.775  0.00565 **
x1.2         0.007699   0.004695   1.640  0.10143
x2.2         0.291150   0.138179   2.107  0.03543 *
y_new.1      0.861784   0.018019  47.826 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.04402 on 795 degrees of freedom
(2 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.7468,    Adjusted R-squared:  0.7458
F-statistic: 781.5 on 3 and 795 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Рис. 2. Результаты работы пакета *R* для построения ADL-модели для ряда вероятностей продаж: заключительная итерация

Источник: разработано авторами.

Данные свидетельствуют о значимости лаговых влияний регрессора и фактора «количество дней нахождения на главной странице», анализ поведения остатков модели (рис. 3–5) указывает на гомоскедастичность остатков, хотя отсутствие автокорреляции в остатках в полной мере доказать не удалось. Однако, учитывая проблему мультиколлинеарности в моделях подобного рода и сложность ее устранения [7], в целом можно считать построенную модель вполне удовлетворительной.

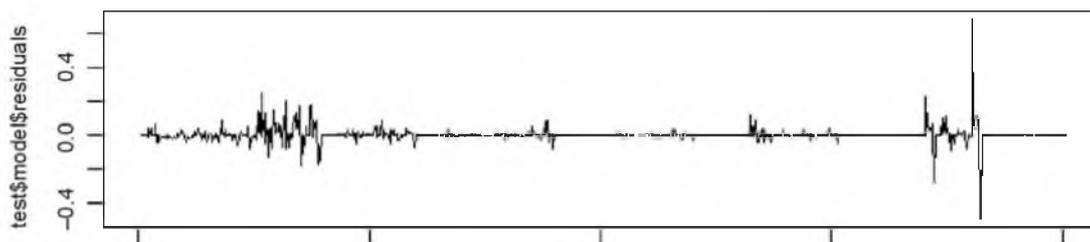


Рис. 3. График остатков построенной модели

Источник: разработано авторами.

#### white neural Network Test

```

data: test$model$residuals
X-squared = 2.6755, df = 2, p-value = 0.2624

```

Рис. 4. Результаты теста Уайта на гетероскедастичность остатков

Источник: разработано авторами.

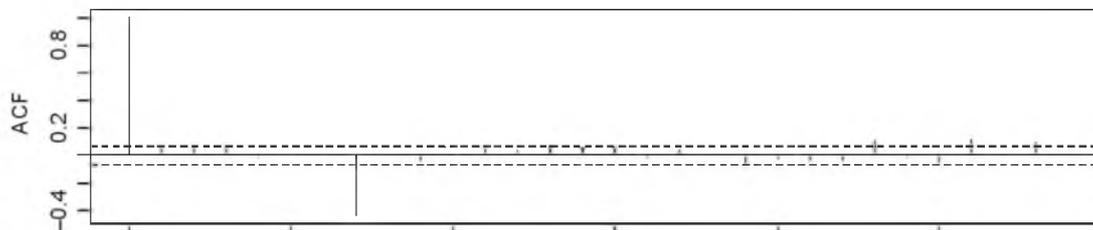


Рис. 5. Коррелограмма остатков модели

Источники: разработано авторами.

Далее по аналогичной схеме тестировалась вторая модель, где в качестве регрессора выступает показатель «объем продаж». Результаты построения модели представлены на рис. 6.

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.2326 -0.0522 -0.0522  0.0299  3.6621

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.05224    0.01387   3.766 0.000178 ***
x1.1         0.08368    0.03421   2.446 0.014661 *
y.1          0.85626    0.01806  47.425 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3162 on 799 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.751,    Adjusted R-squared:  0.7504
F-statistic: 1205 on 2 and 799 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Рис. 6. Результаты работы пакета R для построения ADL-модели для ряда «объем продаж»: заключительная итерация

Источники: разработано авторами.

Анализ остатков модели, представленный на рис. 7–9, показывает качество модели аналогично предыдущей.

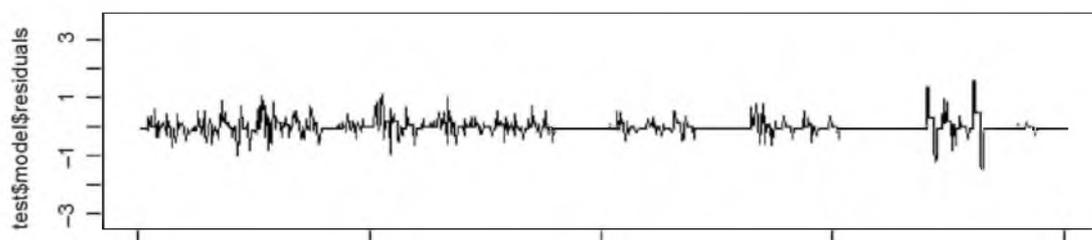


Рис. 7. График остатков построенной модели

Источники: разработано авторами.

## white neural network test

data: test\$model\$residuals  
 x-squared = 2.4986, df = 2, p-value = 0.2867

Рис. 8. Результаты теста Уайта на гетероскедастичность остатков

Источник: разработано авторами.

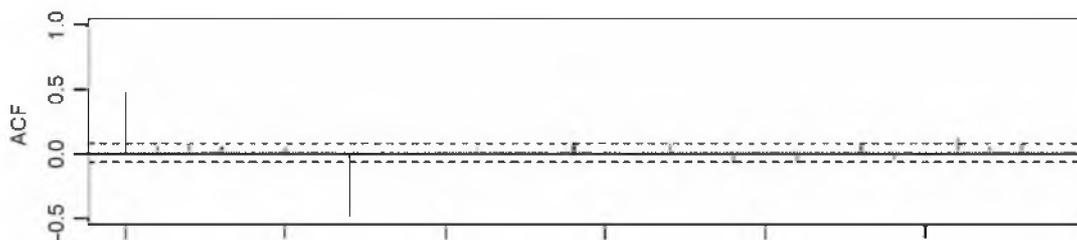


Рис. 9. Коррелограмма остатков модели

Источник: разработано авторами.

Результатом моделирования является формальное описание зависимостей

$$\hat{y}_t = 0,05224 + 0,85626 \cdot y_{t-1} + 0,08368 \cdot x_{1,t-1}, \quad R^2 = 0,751;$$

(t-ст)                      (3,766)                      (47,425)                      (2,446)

$$\hat{y}_{new_t} = 0,00503 + 0,86178 \cdot y_{new_{t-1}} + 0,29115 \cdot x_{2,t-2}, \quad R^2 = 0,746.$$

(t-ст)                      (2,775)                      (47,826)                      (2,107)

Как и ожидалось, модели отражают высокую степень инерционности объема продаж по данной группе товара, что связано, как указывалось выше, с его тесной зависимостью с индикатором инвестиционной активности — строительством и его продолжительным периодом. Также обращает на себя внимание, что оба исследуемых фактора оказывают неодинаковое влияние на регрессоры: количество дней на распродаже оказывает статистически значимое влияние на объем продаж, в то же время количество дней на главной странице в большей мере способствует достижению цели на увеличение конверсии, причем этот фактор имеет более длинный лаг влияния. Полученные выводы могут быть полезными при управлении спросом в части планирования графика размещения различных видов маркетинговых мероприятий на сайте.

Дальнейшим направлением исследования является формальная оценка влияния других метрик digital-маркетинга на объем продаж и конверсию дверных полотен, а также расчет матрицы коэффициентов их эластичности для количественной оценки сравнительной силы их влияния.

### Источники

1. Келлер, Л. Маркетинг-менеджмент / Л. Келлер, Ф. Котлер ; пер. с англ. В. Кузин. — 15-е изд. — СПб. : Питер, 2020. — 848 с.  
*Keller, L. Marketing management / L. Keller, F. Kotler ; transl. from Engl. by V. Kuzin. — 15th ed. — St Petersburg : Piter, 2020. — 848 p.*
2. Kolassa, S. Demand Forecasting for managers / S. Kolassa, E. Siemsen. — New York : Business Expert Press, 2016. — 170 p.
3. Gilliland, M. The Business Forecasting Deal. Exposing Myths, Eliminating Bad Practices, Providing Practical Solutions / M. Gilliland. — New York : John Wiley & Sons, 2010. — 275 p.
4. Morlidge, S. The little book of operational Forecasting / S. Morlidge. — Kibworth Beauchamp, UK : Troubador publ., 2018. — 208 p.

5. *Catalina, S.* Multivariate Customer Demand: Modeling and Estimation from Censored Sales [Electronic resource] / S. Catalina // SSRN. — Mode of access: <https://ssrn.com/abstract=1334353>. — Date of access: 25.05.2020.

6. *Михайловская, Я. Д.* Формирование базы данных для кросс-канальной модели прогнозирования продаж / Я. Д. Михайловская // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 мая 2020 г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Ю. Шутилин (отв. ред.) [и др.]. — Минск, 2020. — С. 394–395.

*Mikhailovskaya, Ya. D.* Formation of a database for a cross-channel sales forecasting model / Ya. D. Mikhailovskaya // Economic Growth of the Republic of Belarus: Globalization, Innovation, Sustainability : materials of the XIII Intern. sci. and practical conf., Minsk, 14 May 2020 / Belarus State Econ. Univ. ; editorial board: V. Yu. Shutilin (resp. ed.) [et al.]. — Minsk, 2020. — P. 394–395.

7. *Калугин, Т. Р.* Анализ моделей ADL ( $p, q$ ), используемых для описания связей между временными рядами / Т. Р. Калугин, А. К. Ким, Д. А. Петрусевич // Рос. технол. журн. — 2020. — Т. 8, № 2. — С. 7–22.

*Kalugin, T. R.* Analysis of ADL ( $p, q$ ) Models Used to Describe Relationships Between Time Series / T. R. Kalugin, A. K. Kim, D.A. Petrusевич // Russ. technological j. — 2020. — Vol. 8, № 2. — P. 7–22.

Статья поступила в редакцию 07.12.2020 г.

УДК 629.344

**I. Mikulich**  
**I. Ledneva**  
**L. Patsay**  
BSEU (Minsk)

## PROBLEMS OF REGULATION OF THE SPHERE OF PASSENGER TRANSPORTATION BY TAXI: AN INTERNATIONAL ASPECT

*The article presents the experience of regulating passenger transport by taxi in different countries in order to identify key tools for influencing market participants that have been developed within the framework of a conservative and liberal model of regulation of this market. The authors update the issues that have formed the problem field of regulation, including the emergence of new market players as a result of the development of digital technologies. At the same time, the regulatory models used in different countries cannot be fully transferred to the domestic market, but methods and tools with a positive effect are appropriate for application and adaptation to national conditions.*

**Keywords:** taxi; license; licensing; conservative model; liberal model; international practice; quantitative restrictions; tariff regulation.

**И. М. Микулич**  
кандидат экономических наук, доцент  
**И. А. Леднёва**  
кандидат экономических наук, доцент  
**Л. С. Пацай**  
кандидат экономических наук  
БГЭУ (Минск)

## ПРОБЛЕМНОЕ ПОЛЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ СФЕРЫ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК АВТОМОБИЛЯМИ ТАКСИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ АСПЕКТ

*В статье приведен опыт регулирования сферы пассажирских перевозок автомобилями такси в разных странах с целью выявления ключевых инструментов воздействия на субъектов рынка, по-*