



УДК 658(075)

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-10-19

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ КОЛИЧЕСТВА ЛИЧНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Э. А. Пиль, Ф. Ф. Коджебаш

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье представлен анализ личных автомобилей на 1000 человек населения и их прогноз до 2030 года с применением программы Линия Тренда, входящей в качестве программного обеспечения базы данных MS Excel. Этот анализ был основан на статистике с 2000 по 2019 год. Полученные уравнения показали, что в прогнозе должны использоваться линейные, экспоненциальные, а также полиномиальные уравнения второго и третьего порядка, на основе которых проводился анализ до 2030 года.

Ключевые слова: личные автомобили, Санкт-Петербург, анализ, прогноз.

Для цитирования:

Пиль Э. А., Коджебаш Ф. Ф. Анализ и прогноз количества личных автомобилей // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 10-19. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-10-19.

ANALYSIS AND FORECAST OF THE NUMBER OF PERSONAL CARS IN ST. PETERSBURG

E. A. Pil, F. F. Kodzhebash

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

The article presents an analysis of personal cars per 1000 people of the population and their forecast until 2030 using the Trend Line program, which is included in the MS Excel database software. This analysis was based on statistics from 2000 to 2019. The obtained equations showed that the forecast should use linear, exponential, and also polynomial equations of the second and third order, on the basis of which the analysis was made until 2030.

Keywords: personal cars, St. Petersburg, analysis, forecast.

For citation:

Pil E. A., Kodzhebash F. F. Analysis and forecast of the number of personal cars in St. Petersburg // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 10-19. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-10-19.

В 2016 году российские автомобилисты отметили 120-летие отечественного автотранспорта. Начало этому знаменательному событию было положено Постановлением Министра путей сообщения царской России от 11.09.1896 г., которое определяло условия и порядок перевозки пассажиров и тяжестей в самодвижущихся экипажах. А вот началом автомобильной эпохи в целом принято считать 1895 г., когда К. Бенц и чуть позже его соотечественник Г. Даймлер построили самодвижущие экипажи с бензиновым двигателем внутреннего сгорания (ДВС).

В 1884 году Е. А. Яковлев основал в Петербурге первое производство отечественных двигателей собственной конструкции. В 1891 г. его завод приступил к серийному выпуску бензиновых и керосиновых двигателей. Параллельно с паровыми машинами и ДВС велись работы в области электротехники и рассматривались варианты использования ее в автомобилестроении. В России работами по созданию электрических экипажей занимался инженер Романов. Им были созданы электромобили типа коляски (кэба) и омнибуса. Двухместный кэб Романова 1899 г. использовался для «извозного промысла». В электромобилях Романова были по 2 электродвигателя и 2 системы торможения. Строились электромобили акционерным обществом П. А. Фрезе. Большой вес, частая подзарядка и чувствительность к сотрясениям затрудняла эксплуатацию электромобилей [1]. После этого в двадцатых годах прошлого века в России стал развиваться свой отечественный автопром, и были построены такие известные заводы как завод имени Лихачева в Москве (ЗИЛ) и Горьковский автомобильный завод (ГАЗ).



В представленной ниже таблице 1 сведена статистика количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург с 2000 по 2019 годы [2].

Таблица 1 – Статистика количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург с 2000 по 2019 годы

№	Год	Количество автомобилей	№ п/п	Год	Количество автомобилей
1	2	3	4	5	6
1	2000	180,3	11	2010	281,0
2	2001	168,1	12	2011	288,9
3	2002	190,6	13	2012	288,8
4	2003	199,8	14	2013	318,4
5	2004	205,2	15	2014	298,8
6	2005	213,7	16	2015	296,4
7	2006	232,6	17	2016	299,6
8	2007	255,0	18	2017	301,4
9	2008	272,2	19	2018	301,6
10	2009	277,8	20	2019	303,7

На основе таблицы 1 был построен рисунок 1 с отображением зависимости количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербурге, начиная с 2000 года и заканчивая 2019 годом. Как видно из рисунка 1, построенная кривая имеет спады количества собственных автомобилей в 2001 году и в 2014 и 2015 годах после всплеска купленных автомобилей в 2013 году. Спад количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербурге в 2014 году можно объяснить изменением курса рубля по отношению к доллару в два раза и тем самым, соответственно, увеличением стоимости автомобилей, произведенных за рубежом также в два раза. Это можно объяснить присоединением Крыма к России и началом санкций западных стран против нашей страны.

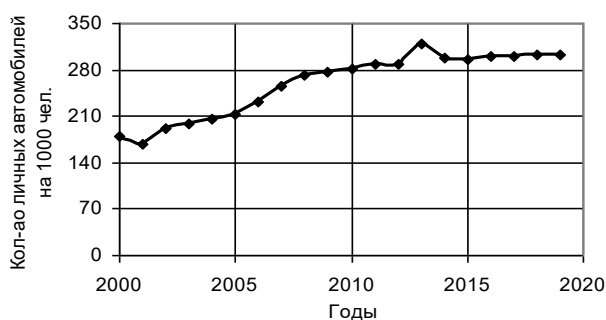


Рис. 1. График зависимости собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург по годам

Теперь произведём анализ количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург по годам, для чего воспользуемся параметром «Линия тренда» в MS Excel. На основе линии тренда были построены следующие девять графиков, которые представлены на рисунках 2-10. Для того, чтобы лучше воспринимались виды полученных уравнений, они были сгруппированы и сведены в отдельную таблицу 2 по степени уменьшения достоверности величины аппроксимации R^2 . Для выбора уравнения, позволяющего произвести прогноз собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург на следующие годы, были также



произведены такие расчеты как: среднее значение всех полученных результатов по девяти уравнениям, среднее квадратичное отклонение σ и коэффициент вариации V .

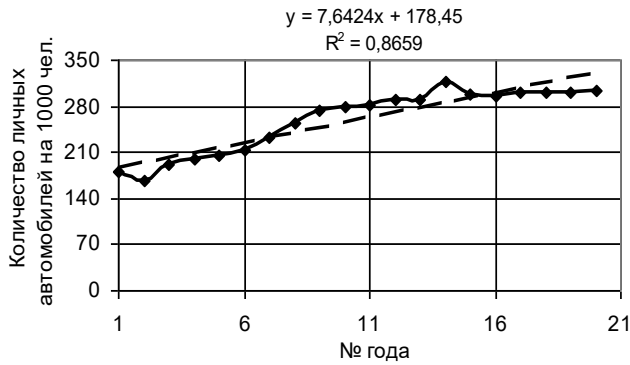


Рис. 2. Линейное уравнение

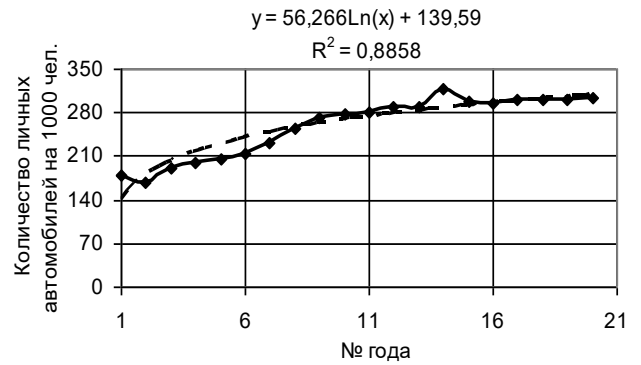


Рис. 3. Логарифмическое уравнение

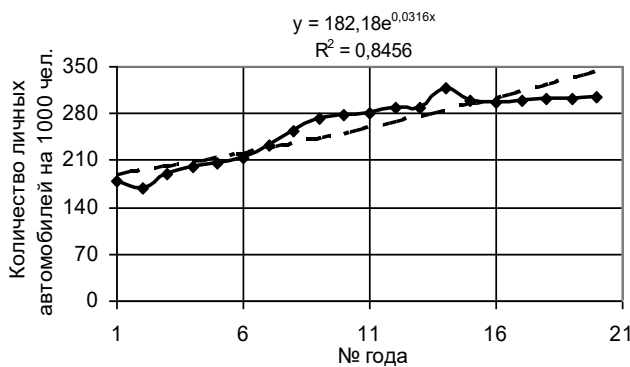


Рис. 4. Экспоненциальное уравнение

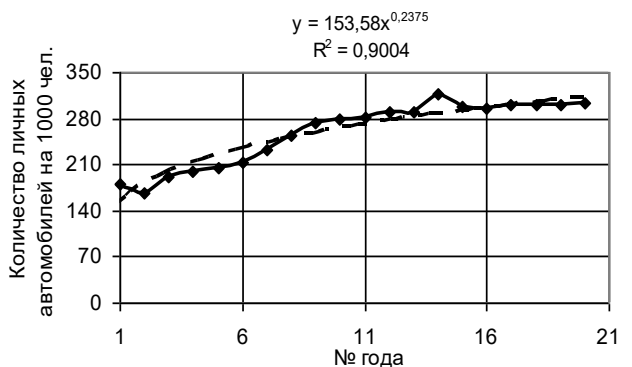


Рис. 5. Степенное уравнение

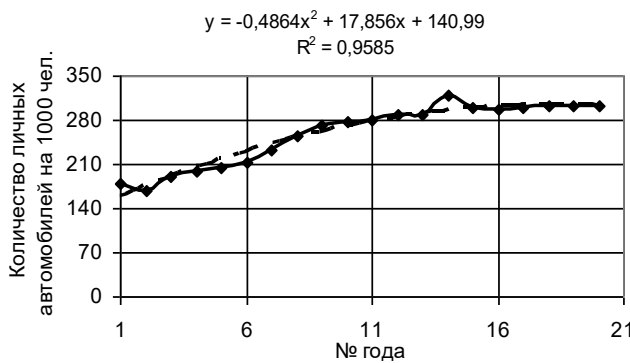


Рис. 6. Полиномиальное уравнение $n = 2$

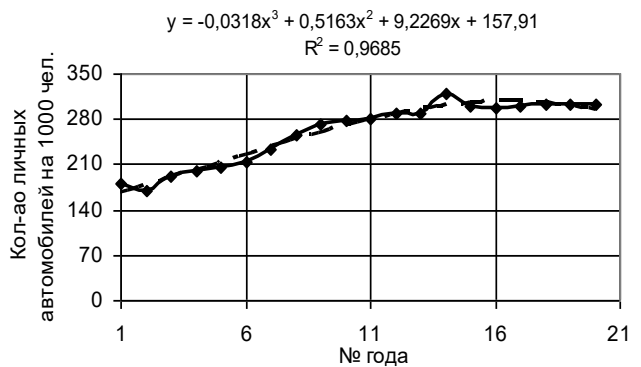


Рис. 7. Полиномиальное уравнение $n = 3$

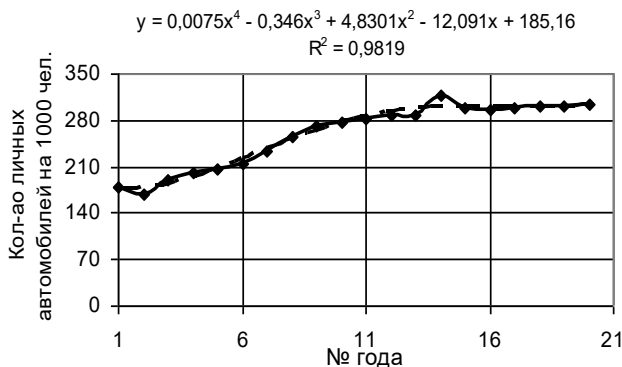


Рис. 8. Полиномиальное уравнение $n = 4$

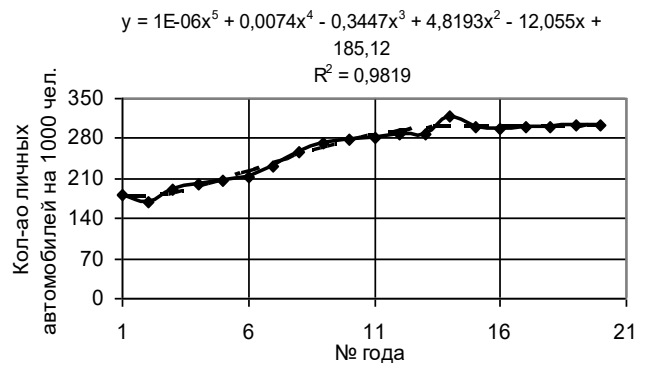


Рис. 9. Полиномиальное уравнение $n = 5$

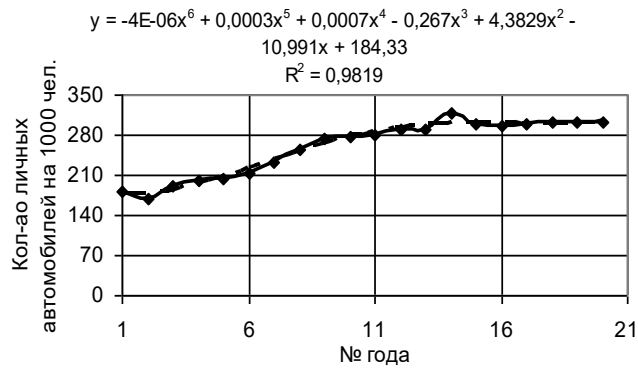


Рис. 10. Полиномиальное уравнение $n = 6$

Как видно из представленных данных, величины аппроксимации R^2 в столбце 4 для полиномиальных уравнений приняли одинаковые значения равные 0,9819 для степеней $n = 6 - 4$ и 0,9685 для степеней $n = 3 - 2$ соответственно. Все остальные величины аппроксимации R^2 имеют также достаточно высокие значения, что позволяет использовать их для прогноза и сделать вывод о стабильности сложившегося рынка легковых автомобилей в г. Санкт-Петербург в рассматриваемый период времени с 2000 по 2019 гг.

Таблица 2 – Сводная таблица уравнений и величин аппроксимаций R^2 по степени уменьшения

№	Уравнение	Вид уравнения	величины аппроксимации R^2
1	2	3	4
1	полиномиальное $n = 6$	$y = -4E-06x^6 + 0,0003x^5 + 0,0007x^4 - 0,267x^3 + 4,3829x^2 - 10,991x + 184,33$	0,9819
2	полиномиальное $n = 5$	$y = 1E-06x^5 + 0,0074x^4 - 0,3447x^3 + 4,8193x^2 - 12,055x + 185,12$	0,9819
3	полиномиальное $n = 4$	$y = 0,0075x^4 - 0,346x^3 + 4,8301x^2 - 12,091x + 185,16$	0,9819
4	полиномиальное $n = 3$	$y = -0,0318x^3 + 0,5163x^2 + 9,2269x + 157,91$	0,9685
5	полиномиальное $n = 2$	$y = -0,4864x^2 + 17,856x + 140,99$	0,9585
8	степенное	$y = 153,58x^{0,2375}$	0,9004
9	логарифмическое	$y = 56,266\ln(x) + 139,59$	0,8858
6	линейное	$y = 7,6424x + 178,45$	0,8659
7	экспоненциальное	$y = 182,18e^{0,0316x}$	0,8456

Полученные результаты расчетов количества зависимости собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург по годам по девяти уравнениям были сведены в таблицу 3, которая представлена ниже.

Таблица 3 – Сводная таблица расчетов количества зависимости собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург по годам

№ п/п	Год	Кол-во автомоб.	Лин	Лог	Эксп	Степ	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12



1	2000	180,3	186,1	139,6	188,0	153,6	158,4	167,6	177,6	177,5	177,46
2	2001	168,1	193,7	178,6	194,1	181,1	174,8	178,2	177,7	177,6	177,76
3	2002	190,6	201,4	201,4	200,3	199,4	190,2	189,4	183,6	183,6	183,72
4	2003	199,8	209,0	217,6	206,7	213,5	204,6	201,0	193,9	193,8	193,87
5	2004	205,2	216,7	230,1	213,4	225,1	218,1	213,0	206,9	206,9	206,89
6	2005	213,7	224,3	240,4	220,2	235,0	230,6	225,0	221,5	221,4	221,55
7	2006	232,6	231,9	249,1	227,3	243,8	242,1	236,9	236,5	236,4	236,83
8	2007	255,0	239,6	256,6	234,6	251,7	252,7	248,5	251,1	251,0	251,85
9	2008	272,2	247,2	263,2	242,1	258,8	262,3	259,6	264,6	264,3	265,96
10	2009	277,8	254,9	269,1	249,9	265,4	270,9	270,0	276,3	275,9	278,71
11	2010	281,0	262,5	274,5	257,9	271,4	278,6	279,6	285,9	285,4	289,86
12	2011	288,9	270,2	279,4	266,2	277,1	285,2	288,0	293,2	292,5	299,42
13	2012	288,8	277,8	283,9	274,7	282,4	290,9	295,2	298,3	297,3	307,63
14	2013	318,4	285,4	288,1	283,6	287,4	295,6	301,0	301,3	299,9	314,98
15	2014	298,8	293,1	292,0	292,7	292,2	299,4	305,2	302,5	300,7	322,18
16	2015	296,4	300,7	295,6	302,1	296,7	302,2	307,5	302,5	300,1	330,20
17	2016	299,6	308,4	299,0	311,7	301,0	304,0	307,7	302,0	298,9	340,24
18	2017	301,4	316,0	302,2	321,8	305,1	304,8	305,8	301,9	298,0	353,71
19	2018	301,6	323,7	305,3	332,1	309,1	304,7	301,5	303,3	298,4	372,25
20	2019	303,7	331,3	308,1	342,7	312,8	303,6	294,6	307,4	301,3	397,67

Но здесь следует сразу оговориться, что представленные расчеты прогноза являются теоретическими ввиду широкого распространения коронавируса по всему миру. Так, например, аналитики предполагают, что ВВП страны упадет на 4,5% из-за коронавируса [3, 4]. Поэтому кривая, построенная на рисунке 1, будет расти замедленными темпами ввиду закрытия компаний и, в первую очередь, это затронуло индустрию туризма, а также общепита. Кроме того, много компаний сократили свой штат и зарплату сотрудникам.

Ниже представлена таблица 4, в которую сведены все расчеты по прогнозу количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург на период с 2020 по 2030 годы. Здесь жирным шрифтом выделены те уравнения и полученные расчетные значения, которые можно рекомендовать при прогнозе. В ближайшее время ожидается появление статистических данных по количеству собственных автомобилей 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург – тогда можно будет сравнить эти данные с полученными расчетными данными и таким образом подсчитать погрешность наших расчетов.

Таблица 4 – Прогноз количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург до 2030 года

№ п/п	Год	линейная	лог	эксп	степ	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	2020	331,3	308,1	342,7	312,8	303,6	294,6	307,4	301,3	397,7
2.	2021	338,9	310,9	353,8	316,5	301,5	284,9	315,6	308,3	432,0
3.	2022	346,6	313,5	365,1	320,0	298,4	272,2	329,6	320,7	477,4



4.	2023	354,2	316,0	376,8	323,4	294,4	256,3	351,2	340,6	536,2
5.	2024	361,9	318,4	388,9	326,7	289,4	237,1	382,3	369,7	610,7
6.	2025	369,5	320,7	401,4	329,9	283,4	214,4	425,1	410,3	703,6
7.	2026	377,2	322,9	414,3	333,0	276,4	187,9	482,0	464,6	817,2
8.	2027	384,8	325,0	427,6	336,0	268,5	157,5	555,3	535,2	954,3
9.	2028	392,4	327,1	441,3	338,9	259,6	123,0	647,9	624,7	1117,4
10.	2029	400,1	329,1	455,5	341,7	249,8	84,1	762,6	736,1	1308,9
11.	2030	407,7	331,0	470,1	344,5	238,9	40,8	902,5	872,2	1531,2

На основе представленной таблицы 4 была построена таблица 5 в качестве окончательного результата.

Таблица 5 – Прогноз количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург до 2030 года с использованием выбранных уравнений

№	Год	Логарифмическая	Степенная
1	2	3	4
1	2020	308,1	312,8
2	2021	310,9	316,5
3	2022	313,5	320,0
4	2023	316,0	323,4
5	2024	318,4	326,7
6	2025	320,7	329,9
7	2026	322,9	333,0
8	2027	325,0	336,0
9	2028	327,1	338,9
10	2029	329,1	341,7
11	2030	331,0	344,5

Используя значения в таблице 5, был построен рисунок 11. Этот рисунок показывает область, в которой могут варьироваться количество собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург до 2030 года.

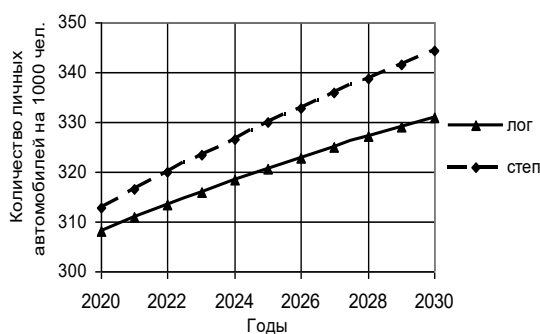


Рис. 11. Область прогноза количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург до 2030 с использованием логарифмической и степенной зависимостей

Теперь рассмотрим вопрос, на каком месте находится г. Санкт-Петербург по количеству



собственных автомобилей на 1000 человек населения среди других городов Российской Федерации. В таблице 5 представлены основные города Российской Федерации по количеству собственных автомобилей по степени уменьшения по состоянию на 2019 год. Как видно г. Санкт-Петербург находится на 50 месте по количеству собственных автомобилей на 1000 человек населения. Из данной таблицы видно, что Москва не попала в неё, потому что она находится лишь на 56 месте, в которой количество собственных автомобилей на 1000 человек населения составляет 297,2 хотя ранее была в десятке лидирующих.

Таблица 5 – Основные города Российской Федерации по количеству собственных автомобилей на 1000 человек населения (по убыванию)

№	Город	Кол-во автомобилей	Номер места	№	Город	Кол-во автомобилей	Номер места
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Камчатский край	510,6	1	26.	Алтайский край	330,5	26
2.	Приморский край	443,1	2	27.	Тамбовская область	330,3	27
3.	Республика Адыгея	438,3	3	28.	Ростовская область	330,2	28
4.	Волгоградская область	433,8	4	29.	Орловская область	329,8	29
5.	Республика Хакасия	403,6	5	30.	Мурманская область	328,4	30
6.	Тверская область	396,4	6	31.	Республика Калмыкия	327,4	31
7.	Свердловская область	395,1	7	32.	Новгородская область	327,2	32
8.	Республика Карелия	392,1	8	33.	Челябинская область	324,9	33
9.	Рязанская область	391,5	9	34.	Ленинградская область	322,9	34
10.	Псковская область	383,6	10	35.	Белгородская область	321,8	35
11.	Оренбургская область	380,1	11	36.	Республика Мордовия	321,1	36
12.	Калининградская область	376,8	12	37.	Пензенская область	320,6	37
13.	Тульская область	369,9	13	38.	Новосибирская область	320,2	38
14.	Магаданская область	367,2	14	39.	Сахалинская область	319,4	39
15.	Нижегородская область	360,2	15	40.	Тюменская область без авт. округов	319,3	40
16.	Республика Башкортостан	358,3	16	41.	Калужская область	318,3	41
17.	Воронежская область	355,5	17	42.	Ямало-Ненецкий	315,3	42



					автономный округ		
18	Московская область	355,5	18	43.	Самарская область	314,4	43
19	Ханты-Мансийский автономный округ	354,2	19	44.	Кемеровская область	312,6	44
20	Курганская область	349,9	20	45.	Курская область	312,3	45
21	Липецкая область	347,5	21	46.	Республика Коми	310,4	46
22	Пермский край	338,3	22	47.	Архангельская область без авт.округа	307,8	47
23	Вологодская область	337,6	23	48.	Республика Северная Осетия-Алания	307,6	48
24	Саратовская область	336,6	24	49.	Краснодарский край	305,2	49
25	Тюменская область	334,3	25	50.	г. Санкт-Петербург	303,7	50

Как видно из представленной выше таблицы 5, на первом месте находится Камчатский и Приморский края. Это можно объяснить тем, что они располагаются близко к Японии и Южной Корее, откуда в начале перестройки стали массово ввозить, в первую очередь, дешевые подержанные иномарки, включая так называемые «конструкторы», т.е. автомобили в разобранном виде – чтобы меньше платить налоги.

Теперь давайте сравним наш автопарк личного транспорта с 10 странами, которые имеют самое большое количество легковых машин. Как видно из таблицы 6, первые четыре места занимают страны, расположенные в Европе, с небольшим числом населения.

На первом месте расположено государство Сан-Марино площадью 62 кв.м., которое является одним из самых маленьких государств в мире. Эта страна практически окружена Северной Италией, а население составляет всего 32576 человек. При этом в Сан-Марино всего одна автострада длиной 9 км, вот почему жители по выходным дням ездят на автомобилях туда-сюда по шоссе [5]. В России этот показатель равен 315,5 на 2019 год, т.е. значительно отстает даже от Литвы. Литва в этом случае выбилась вперед за счет появления компаний, которые дешево скупают битые машины за рубежом и восстанавливают их. Надо сразу отметить значительный рост личного автотранспорта в России. Так, например, в 2009 году этот показатель был 219,4, т.е. прирост в 2019 году составил почти 50% за 10 лет.

Таблица 6 – Лидирующие страны по количеству легковых автомобилей на 1000 человек

№	Страна	Количество легковых автомобилей на 1000 человек
1.	Сан-Марино	1139
2.	Лихтенштейн	744
3.	Монако	729
4.	Люксембург	667
5.	Исландия	646
6.	Пуэрто-Рико	629



7.	Италия	605
8.	Новая Зеландия	597
9.	Мальта	595
10.	Литва	565

На последнем рисунке 12 представлена круговая диаграмма структуры парка легковых автомобилей в России в 2015 году. Из данного рисунка видно, что наша отечественная модель Lada заняла лидирующее место, потеснив даже известные западные марки автомобилей [6].

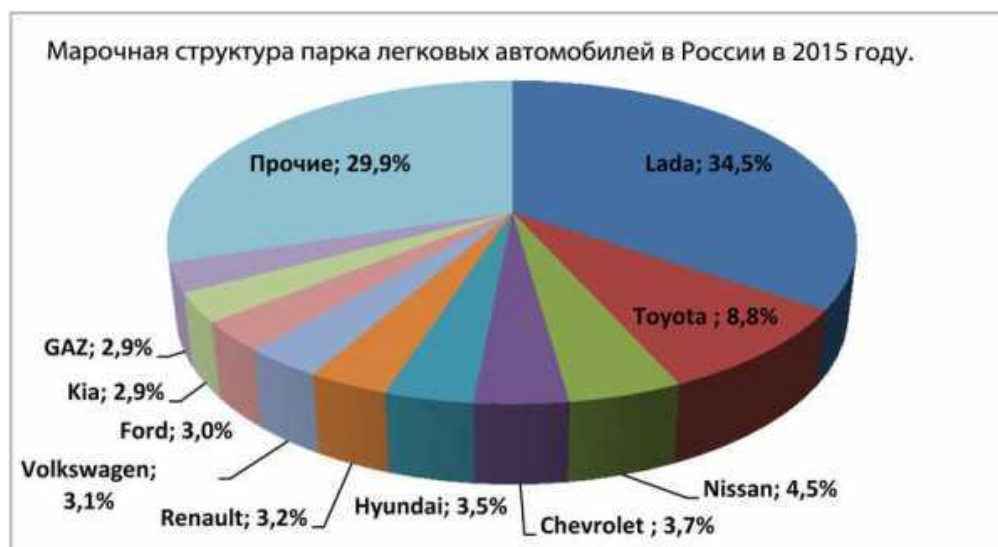


Рис. 12. Круговая диаграмма структура парка легковых автомобилей в России в 2015 году

Здесь следует особо отметить, что наше правительство всячески поддерживает отечественный автопром, осуществляя господдержку при покупке автомобиля в 2020 году. Так, например, правительство РФ на 2020 год выделило 10,5 млрд. рублей на субсидирование программ льготного кредитования на покупку россиянами машин для личного пользования. Из них 6 млрд. пойдет на реализацию программ «Первый автомобиль» и «Семейный автомобиль», и 4 млрд. на льготный лизинг легкового и грузового автотранспорта. На 2021 и 2022 год из бюджета выделяют только по 5 млрд. рублей на все виды автокредитования [7].

Как отметил замглавы Минпромторга Александр Морозов, правительство выделило больше 45 миллиардов рублей на погашения части ссуд по автокредитам россиян, и в рамках программы было реализовано уже 122 тысячи машин при прогнозе более 200 тысяч. По условиям программы потребитель может получить скидку 10% при покупке новой машины при условии:

- машина стоит до 1,5 миллиона рублей;
- машина собирается в России с высоким уровнем локализации производства;
- машина приобретается в кредит;
- это первый автомобиль в жизни покупателя;
- это автомобиль для семьи с одним ребенком и более.

Также в 2020 году по программе льготного автокредитования машину со скидкой могли купить работники медицины. Для стимулирования рынка услуг каршеринга Минпромторг ввел программу льготного лизинга «Доступная аренда» [8].

Таким образом, наш отечественный автопром с достоинством выстоял, несмотря на экономические неурядицы, связанные с коронавирусом.

Напоследок хочется особо отметить достигнутый большой успех наших грузовиков производства ПАО «КАМАЗ», чьи автомобили регулярно завоевывают первые места на престижных международных автогонках Париж–Дакар на протяжении многих лет.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

11. История русских автомобилей [Электронный ресурс]. –URL: <https://retroavtoclub.ru/istoriya-russkix-avtomobilej> (дата обращения: 11.02.2021).
12. Статистический справочник России. 2005-2019
13. Причины экономического кризиса в России в 2008 году [Электронный ресурс]. – URL: https://vuzlit.ru/762600/prichiny_ekonomicheskogo_krizisa_rossii_2008_godu (дата обращения: 11.02.2021).
14. Аналитики предсказали падение ВВП РФ на 4,5% из-за коронавируса [Электронный ресурс]. –URL: <https://zaimisrochno.ru/news/4861-analitiki-predskazali-padenie-vvp-rf-na-45-iz-za-koronavirusa> (дата обращения: 11.02.2021).
15. 10 стран с самым большим количеством легковых машин [Электронный ресурс]. – URL: <https://novate.ru/blogs/160914/27721/> (дата обращения: 11.02.2021).
16. Количество автомобилей в России по годам [Электронный ресурс]. –URL: <https://1auto-master.ru/raznoe/kolichestvo-avtomobilej-v-rossii-po-godam.html> (дата обращения: 11.02.2021).
17. Господдержка при покупке автомобиля в 2020 году [Электронный ресурс]. – URL: <https://brobank.ru/gospodderzhka-pri-pokupke-avtomobilya/> (дата обращения: 11.02.2021).
18. Будут ли льготные автокредиты в 2021 году? [Электронный ресурс]. – URL: <https://matador.tech/news/budut-li-igotnye-avtokredity-v-2021-godu> (дата обращения: 11.02.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пиль Эдуард Анатольевич —

д.т.н., профессор кафедры системного анализа и логистики
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А
E-mail: epyle@rambler.ru

Коджабаш Федор Федорович —

бакалавр кафедры системного анализа и логистики
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А
E-mail: Kodzhebash.99@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pil Eduard Anatolyevich —

Dr. Sc., professor of the department of system analysis and logistics
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia
E-mail: epyle@rambler.ru

Kodzhebash Fedor Fedorovich —

bachelor of the department of system analysis and logistics
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia
E-mail: Kodzhebash.99@mail.ru