

**ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ
НА ФЕДЕРАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ****Печатнова Е.В.,**кандидат техн. наук **Кузнецов В.Н.**

(Алтайский государственный аграрный университет им. И.И. Ползунова)

**IMPACT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON TRAFFIC INTENSITY
ON FEDERAL MOTORWAYS****E.V. Pechatnova,****V.N. Kuznetsov, Ph.D. (Tech.),**

(Altai State Agricultural University Named after I.I. Polzunov)

Аннотация. Приведена оценка влияния пандемии covid-19 на интенсивность движения на федеральных автомобильных дорогах с использованием анализа временных рядов. Проведено сравнение трендов суточной интенсивности движения с марта по май в 2019 и 2020 гг. на 6 участках федеральных автомобильных дорог Алтайского края. Рассчитана максимальная величина снижения интенсивности движения, среднее относительное изменение по отношению к 2019 г. и количество суток, характеризующихся значительным спадом интенсивности относительно прошлого года. Совокупность графического и количественного анализа позволила получить качественно новые результаты о влиянии пандемии covid-19 на транспортный поток на федеральных автомобильных дорогах.

Abstract. The article is devoted to assessing the impact of the covid-19 pandemic on traffic volume on federal motorways. The study was carried out using time series analysis. The trends of daily traffic volume from March to May in 2019 and 2020 on 6 sections of the federal motorways of the Altai Territory were compared. The maximum value of the decrease in traffic volume, the average relative change in relation to 2019 and the number of days characterized by a significant decrease in intensity relative to the previous year were calculated. The result of the graphical and quantitative analysis is qualitatively new results on the impact of the covid-19 pandemic on traffic flow on federal motorways.

Ключевые слова: интенсивность движения; федеральные автомобильные дороги; пандемия covid-19; влияние пандемии на дорожное движение; временные ряды

Keywords: Traffic volume; federal motorways; covid-19 pandemic; the impact of the pandemic on traffic; time series

Введение

Оценка интенсивности движения используются при планировании и реализации планов по содержанию и ремонту дорог, оценки загрязненности атмосферного воздуха, регулировании транспортных потоков [1, 2]. Помимо перечисленного, ее показатели оказывают значительное влияние на риск возникновения ДТП и рассматриваются как один из основных факторов аварийности, особенно на автомобильных дорогах за пределами населенных пунктов [3]. В связи с этим, определение закономерностей распределения и факторов изменения интенсивности движения является одной из важных научных задач транспортной отрасли.

Одним из методов изучения дорожного движения, его интенсивности и безопасности является анализ статистических данных. Для получения научно обоснованных выводов и рекомендаций исследователи анализируют сведения за многолетний период, при этом зачастую используются среднегодовые показатели. Ответственные государственные службы на основе сравнения показателей безопасности по отношению к аналогичному периоду прошлого года или относительно нескольких прошлых лет подводят итоги своей деятельности, делают выводы об эффективности принятых мероприятий и планируют их дальнейшую реализацию, включая финансовые затраты. Однако для реализации

перечисленных методов необходимы качественно равные условия процесса дорожного движения, т.е. исходные данные должны быть сравнимые. При значительном влиянии какого-либо фактора на дорожное движение необходимо учесть это влияние или исключить данный период из выборки.

В 2020 г. началась пандемия, связанная с распространением новой коронавирусной инфекции Covid-19. Это событие значимо повлияло на социально-экономическое развитие стран и регионов, а также стало главным фактором глобальных демографических изменений [4]. В качестве одной из мер по борьбе с пандемией в отдельные периоды 2020 г. в России принимались меры по ограничению передвижения населения. В целом транспортная система является одной из пострадавших сфер в результате пандемии [5]. Фактор, связанный с пандемией Covid-19, оказал влияние на дорожное движение, однако до сих пор отмечается недостаток количественных оценок о степени его влияния, а также отсутствуют научно-обоснованные выводы об условиях учета показателей интенсивности и безопасности движения 2020 г. при многолетнем статистическом анализе.

Определение значимости влияния на дорожное движение начальных ограничительных мер по борьбе с пандемией Covid-19 является целью данной работы.

Краткий обзор исследований

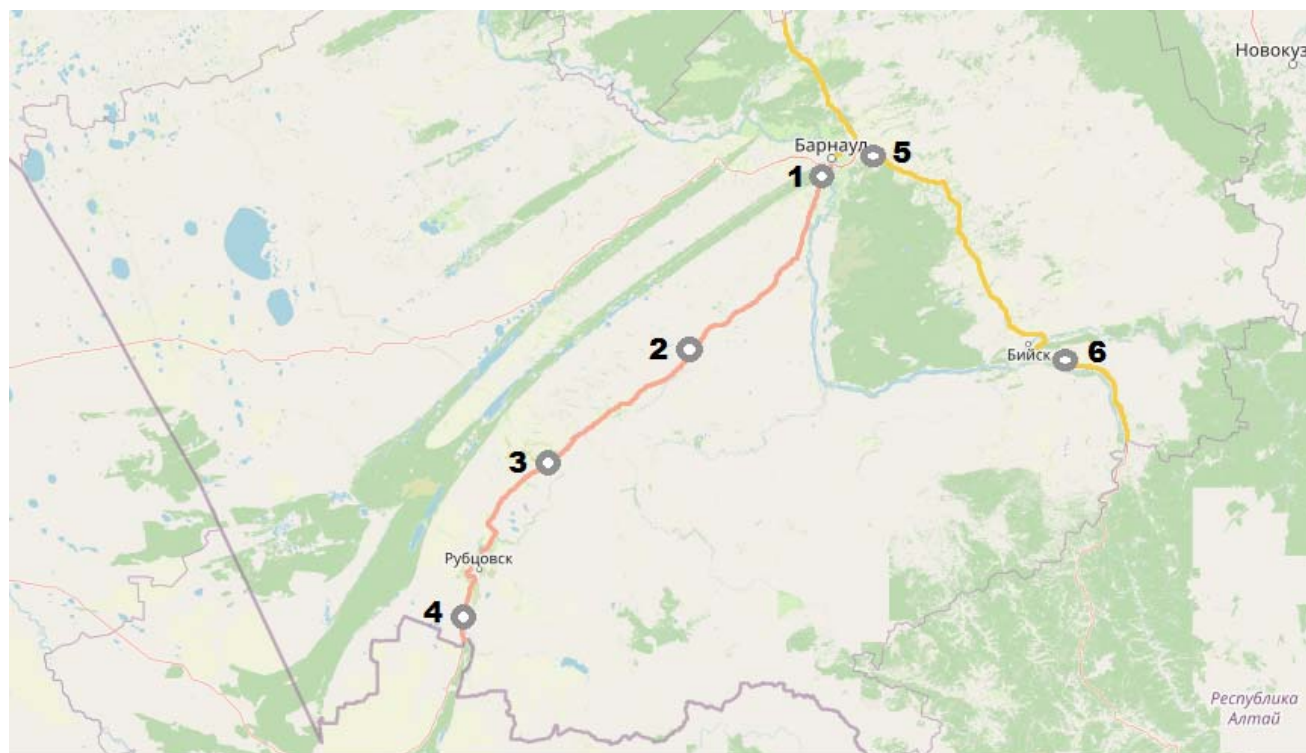
Отдельные работы зарубежных и российских исследователей посвящены оценке влияния пандемии Covid-19 на различные показатели дорожного движения. В статье [6] приведена одна из особенностей влияния рассматриваемого фактора на безопасность движения: фиксируется снижение ДТП в результате уменьшения интенсивности движения, но повышение тяжести последствий ДТП по причине увеличения агрессивных водителей и водителей в состоянии алкогольного или наркотического опьянения. Работа [7] посвящена изучению изменения транспортного поведения в результате воздействия Covid-19, в результате которой авторами отмечена тенденция частичного отказа населения от общественного вида транспорта, в частности в пользу личного автомобиля. В исследовании [8] авторы сделали вывод о том, что начало эпидемии Covid-19 оказало значительное влияние на показатели дорожного движения: снизилась интенсивность движения, уменьшилось число ДТП, при этом возросла скорость движения и использование мобильных устройств за рулем. Результаты работы [9] также содержат сведения о значительном снижении интенсивности движения и ДТП в период самоизоляции в апреле 2020 г. Исследование [10] направлено на оценку изменения интенсивности движения в городах Польши в период ограничительных мероприятий по предупреждению covid-19. В результате расчетов сделан вывод о том, что наиболее значительное снижение интенсивности движения (до -46,88% к аналогичному периоду прошлого года) отмечено в первую волну эпидемии в Польше (с 9 марта по 10 мая 2020 г.); во вторую также фиксировалось снижение интенсивности, но в меньшей степени.

Исследования, проведенные на основе индекса дорожного движения TomTom, показали значительное снижение интенсивности в крупнейших городах Европы в начале первой волны пандемии, однако величина снижения существенно отличается в разных странах [11].

Анализ работ, посвященных исследованию влияния пандемии Covid-19 на показатели дорожного движения, показал, что мировым научным сообществом эта научная задача активно рассматривается, однако большая часть исследований посвящена обследованию ситуации в крупных городах. При этом существуют предпосылки того, что начальные ограничительные мероприятия (апрель – май 2020 г.) привели к значительному снижению интенсивности движения на федеральных автомобильных дорогах (ФАД). Определение влияния пандемии Covid-19, в частности ограничительных мероприятий, на интенсивность транспортного потока на ФАД является важной научно-практической задачей в связи с высокой социально-экономической значимостью этих дорог.

Материалы и методы

В качестве основы для исследования выбраны ФАД Алтайского края: А-322 Барнаул – Рубцовск – государственная граница с Республикой Казахстан и Р-256 «Чуйский тракт». Исходными данными для исследования выбраны данные о часовой интенсивности движения, полученные с использованием автоматизированных пунктов учета интенсивности движения (ПУИД). На указанных ФАД выбраны 6 ПУИД, расположенные на различных участках дорог, характеризующихся пригородным и загородным режимами движения (Рис. 1).



1 – км 11+777 А-322;

2 – км 128+870 А-322;

3 – км 213+150 А-322;

4 – км 328+350 А-322;

5 – км 213+030 Р-256;

6 – км 367+380 Р-256.

Рис. 1 Расположение ПУИД, выбранных для исследования

Анализируемые участки ФАД отличаются различными условиями движения: участок 1 расположен в пригородной зоне города Барнаула, вблизи дачных и коттеджных поселков; участок 2 находится вблизи города Алейска (численность населения 28 тыс. человек по состоянию на 2021 г.); участок 3 расположен в отдалении от городов и отличается загородным режимом движения; участок 4 находится вблизи границы с Республикой Казахстан в зоне села Веселоярск; участок 5 расположен на расстоянии 15 км до города Барнаула, но характеризуется загородным режимом движения; участок 6 расположен на расстоянии 13 км до города Бийска (198 тыс. человек по состоянию на 2021 г.) по направлению в Республику Алтай – туристическое направление и также характеризуется загородным режимом движения.

В соответствии с поставленной целью исследования выбран интервал времени, связанный с первыми ограничительными мероприятиями по предупреждению распространения новой коронавирусной инфекции Covid-19: с 1 апреля по 12 мая 2020 г. Именно этот период связан с наиболее строгими мероприятиями по

ограничению передвижения населения. Для проведения корректного анализа и оценки наличия устойчивых закономерностей распределения интенсивности без влияния пандемии Covid-19 интервал анализа увеличен: учтен март 2020 г. (период без ограничительных мероприятий по передвижению населения). Кроме того, учтен период с 13 по 31 мая, характеризующийся ослаблением ограничительных мер по перемещению населения с целью определения динамики влияния пандемии covid-19. Таким образом, исследуемый интервал времени: март – май 2020 г., и аналогичный период прошлого года (март – май 2019 г.).

По каждой точке (ПУИД) получены данные о часовой интенсивности движения, рассчитана суточная интенсивность. Для сглаживания недельных пиков проведен анализ временных рядов и вычисление трендовой составляющей с использованием языка программирования Python (модуль statmodels).

Результаты и обсуждение

Рассчитанные тренды за указанный период времени по выбранным точкам представлены на рис. 2–7.

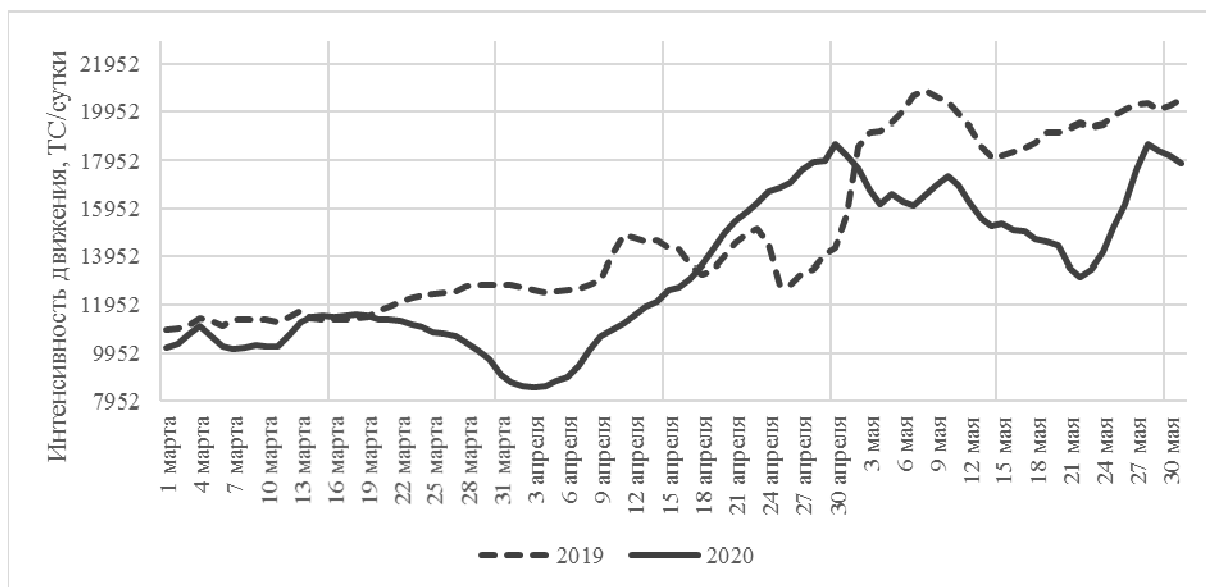


Рис. 2. Суточная интенсивность движения (участок 1)

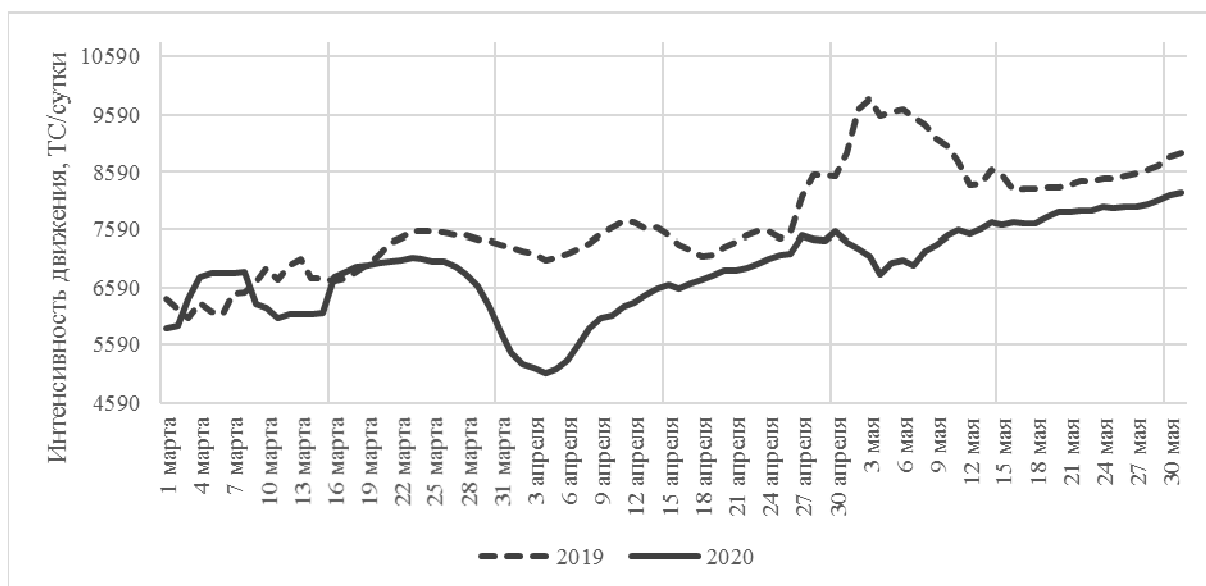


Рис. 3. Суточная интенсивность движения (участок 2)

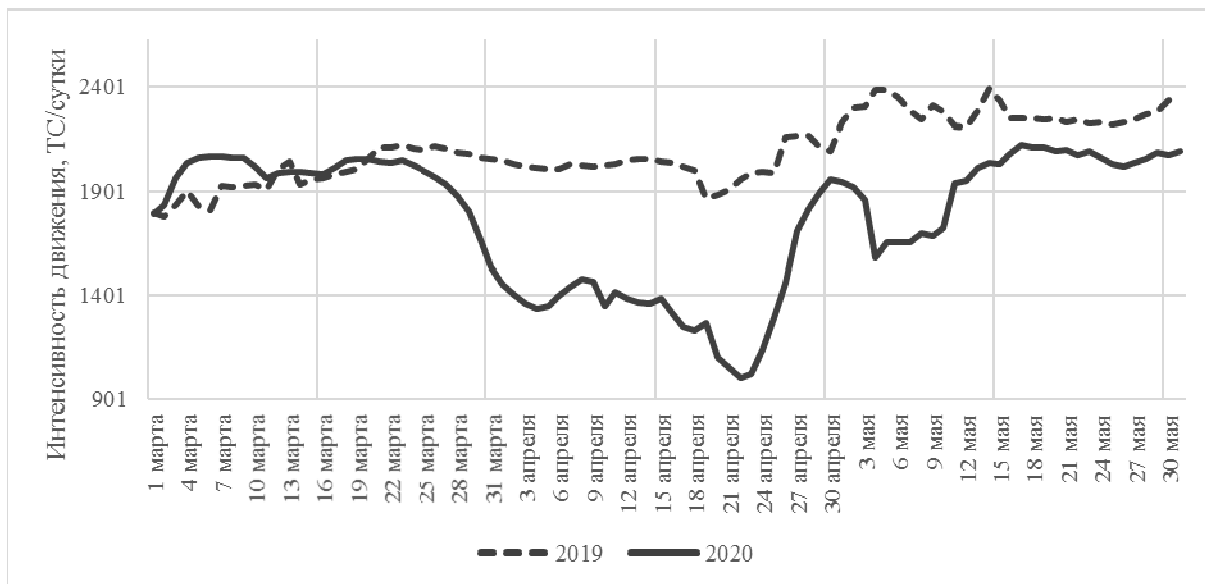


Рис. 4. Суточная интенсивность движения (участок 3)

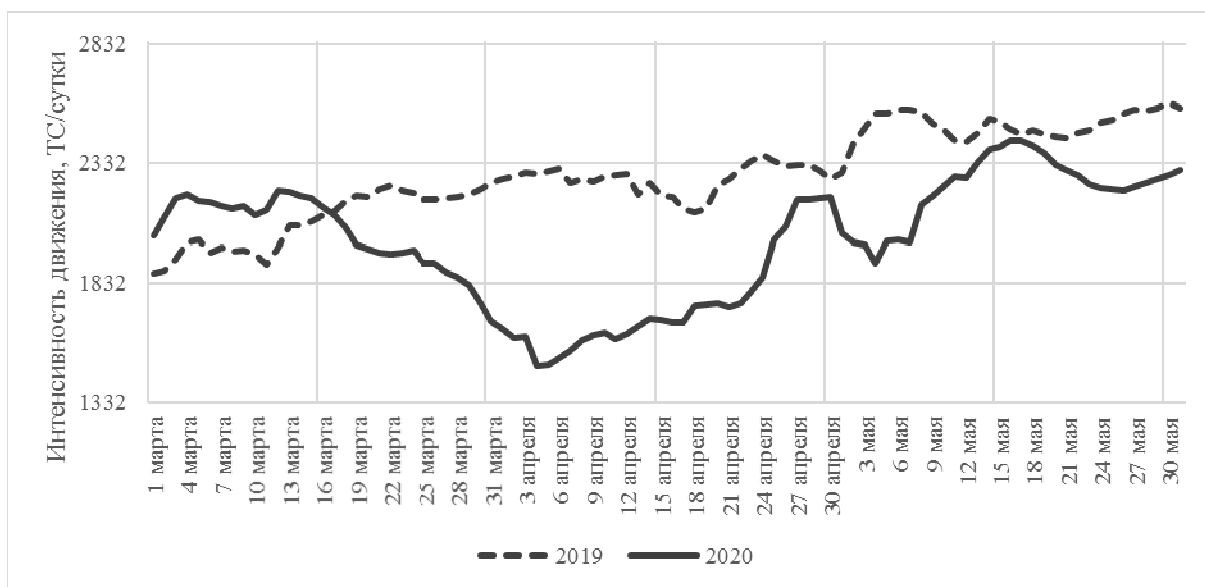


Рис. 5. Суточная интенсивность движения (участок 4)

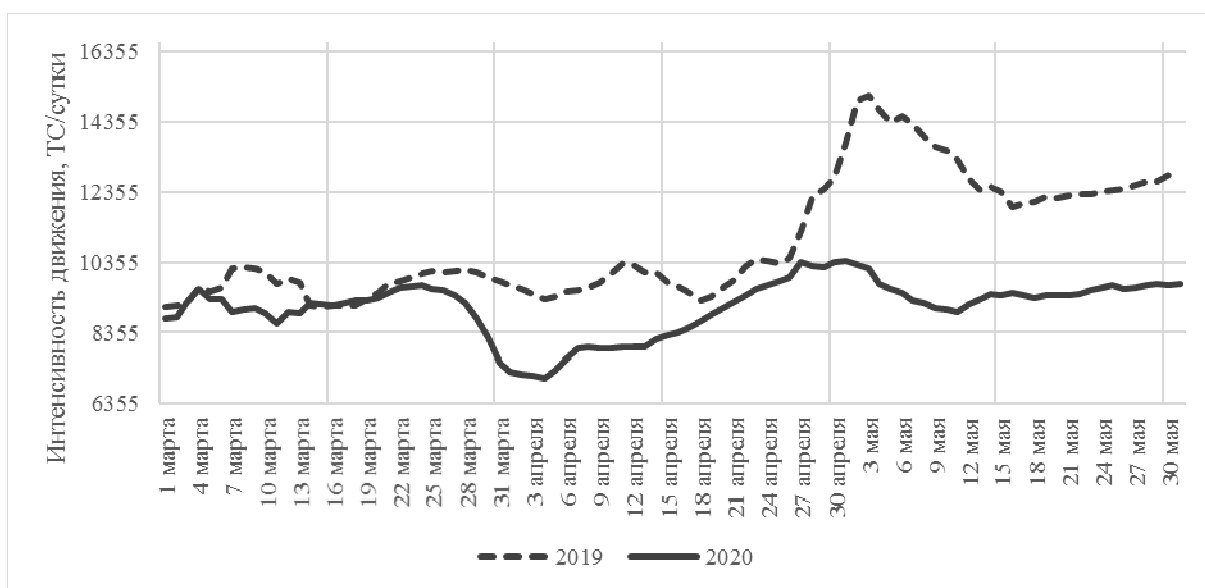


Рис. 6. Суточная интенсивность движения (участок 5)

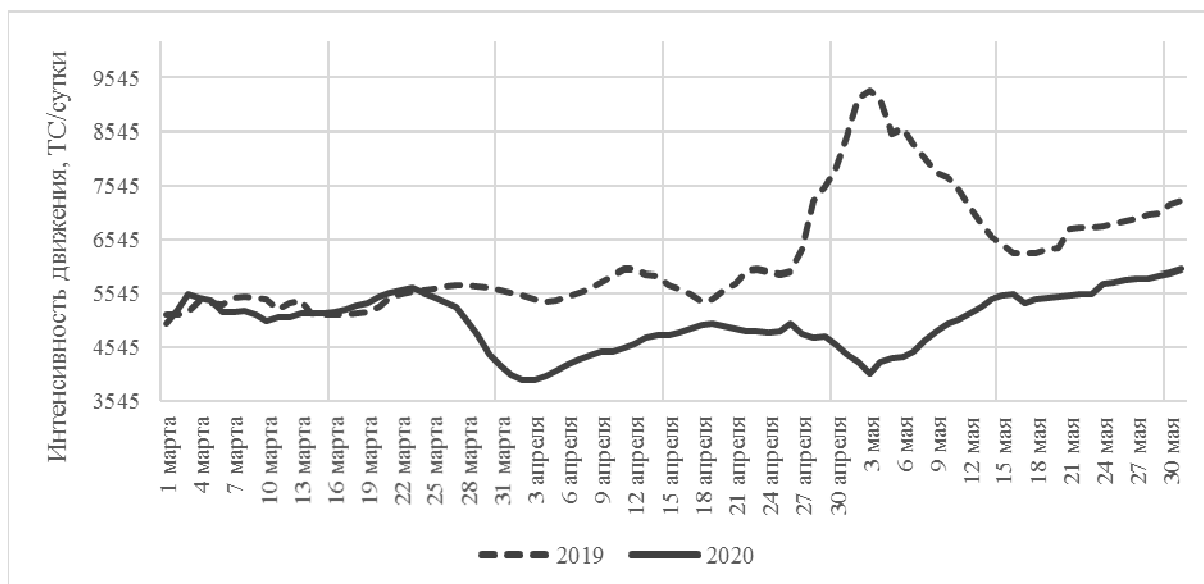


Рис. 7. Суточная интенсивность движения (участок 6)

На рис. 2 представлено сравнение трендов интенсивности движения на участке 1, пригород Барнаула. В первой половине марта тренды практически совпадают. Начало апреля 2020 г. характеризуется значительным снижением величины исследуемого показателя и быстрым его ростом до 1 мая. Особенностью участка является то, что в третьей декаде апреля 2020 г. интенсивность транспортного потока превышает прошлогодние значения.

На рис. 3 представлены тренды суточной интенсивности движения на участке дороги 2, Алейск. Как и на предыдущем участке, в начале марта фиксируется близость линий трендов; в начале апреля наблюдается спад интенсивности с ростом ее до 1 мая. Начиная с 20 марта, показатели интенсивности 2020 г. ниже аналогичных в 2019 г.

На рис. 4 отражены тренды интенсивности транспортного потока за анализируемый интервал времени на участке 3. Общие тенденции изменения интенсивности в 2020 г. близки к аналогичным на других участках. Особенностью данного участка ФАД является минимум интенсивности движения, приходящийся не на первую декаду апреля, а на 22 апреля. Кроме того, значительное увеличение транспортного потока в период майских праздников здесь не характерно.

На рис. 5 представлены тренды интенсивности движения 2019 и 2020 гг. на участке 4. Аналогично предыдущему, отсутствует существенное увеличение транспортного потока в период майских праздников. Особенностью участка является начало снижения интенсивности движения с середины марта, а не с конца месяца как в других точках.

Тренды суточной интенсивности на ФАД Р-256 «Чуйский тракт» представлены на рис. 6 и рис. 7, участки 5 и 6 соответственно. Характер распределения интенсивности движения на этих участках схож как в 2019 г. так и в 2020 г. Участок 6 отличается наиболее выраженным пиком интенсивности в период майских праздников в 2019 г., в 2020 г. он отсутствует как и на других участках.

Анализ трендов на выбранных участках ФАД позволил получить следующие результаты. Все участки имеют определенные сходства. Тренды интенсивности движения в первой половине марта 2019 г. и 2020 г.

практически совпадают, что свидетельствует об устойчивых закономерностях формирования транспортного потока на участках ФАД за пределами влияния пандемии Covid-19. Спад интенсивности движения начался с 20 марта и в течении первых чисел апреля, который был вызван началом ограничительных мероприятий по предупреждению распространения новой коронавирусной инфекции covid-19, связанных с ограничением передвижения населения. С 4–6 апреля падение интенсивности прекратилось на всех участках ФАД, что связано с Указом Губернатора Алтайского края № 50 от 06.04.2020 г. «О внесении изменений в указ Губернатора Алтайского края от 31.03.2020 г. № 44» в котором уточняется, что «допускается перемещение гражданина с одного места проживания (пребывания) к месту проживания (пребывания) членов семьи гражданина» [12], а также разрешается соблюдать режим самоизоляции в садовых домах. Еще одной общей чертой является отсутствие традиционного роста интенсивности движения в период майских праздников. Относительный рост интенсивности отмечается последних числах апреля почти на всех анализируемых участках. С 1 мая в регионе вводился пропускной режим на границах с другими регионами, что способствовало снижению транспортного потока.

Большинство анализируемых участков характеризуется параллельными трендами во второй половине мая, что говорит о сохранении общих закономерностей формирования транспортного потока при действующих ограничениях.

Кроме того, анализ позволил выявить различия во влиянии пандемии Covid-19 в зависимости от условий движения и расположения участка ФАД. Так в пригородной зоне г. Барнаула конец апреля 2020 г. характеризовался более высокими значениями интенсивности, чем аналогичный период 2019 г., что связано с увеличением числа передвижений населения на дачные участки на фоне нерабочих дней. Еще одной значительной отличительной особенностью является более раннее начало спада интенсивности движения в точке 4 – в середине марта 2020 г., что обусловлено близостью к границе с Республикой Казахстан.

Для количественного определения степени влияния пандемии covid-19 на интенсивность движения на раз-

личных участках ФАД по каждому дню из рассматриваемого временного интервала рассчитано относительное изменение O по формуле:

$$O = \frac{V_{2020} - V_{2019}}{V_{2019}} \cdot 100\%$$

где V_{2020} – значение тренда интенсивности транспортного потока в рассматриваемые сутки 2020 г., транспортных средств/сутки;

V_{2019} – значение тренда интенсивности транспортного потока в рассматриваемые сутки 2019 г., транспортных средств/сутки.

В таблице 1 представлены показатели минимального относительного изменения O , т.е. максимального падения интенсивности движения; среднего значения O в период с 20 марта по 31 мая и периодов времени в течении которых относительное падение интенсивности свыше 15%.

Таблица 1

Показатели влияния пандемии Covid-19 на интенсивность движения на участках ФАД

	Минимальное значение O , %	Среднее значение O , %	Периоды времени, характеризующиеся $O \leq -15\%$
Участок 1	-33%	-12%	27.03 – 14.04 (18 суток) 04.05 – 26.05 (23 суток)
Участок 2	-29%	-13%	30.03 – 13.04 (15 суток) 01.05 – 10.05 (10 суток)
Участок 3	-49%	-21%	30.03 – 28.04 (30 суток) 02.05 – 10.05 (9 суток)
Участок 4	-36%	-16%	28.03 – 24.04 (28 суток) 02.05 – 08.05 (7 суток)
Участок 5	-35%	-19%	30.03 – 15.04 (17 суток) 28.04 – 31.05 (34 суток)
Участок 6	-56%	-21%	29.03 – 15.04 (19 суток) 22.04 – 14.05 (23 суток) 21.05 – 31.05 (11 суток)

Анализ таблицы позволяет сделать вывод о том, что наиболее выраженными падениями интенсивности отличаются участки 3 и 6, характеризующиеся загородным режимом движения, однако причины падения различны: на участке 3, расположенном в отдалении от городов это связано с уменьшением транспортного потока в период действия мер по ограничению передвижения, а на участке 6, помимо прочего, снижение обусловлено значительным снижением туристического потока в мае 2020 г. Среднее значение относительного изменения также минимально на этих участках, а также на участке 5, который по причинам снижения близок к участку 6: снижение туристического и транзитного транспортного потока. По продолжительности времени со значительным снижением интенсивности по отношению к 2019 г. наиболее выражены участки 5 и 6. Участки, расположенные в пригородной зоне (участок 1), вблизи малого города (участок 2), в селе (участок 4) в меньшей степени были подвергнуты влиянию пандемии на величину транспортного потока.

Заключение

Исследование влияния пандемии Covid-19 на интенсивность движения на ФАД позволило получить новые результаты, количественно подтверждающие влияние мероприятий, связанных с ограничением передвижения населения на формирование транспортного потока. В период введения мер (апрель – май 2020 г.) показатели интенсивности движения значительно снижались на всех участках ФАД, относительное снижение достигало от -29% до -49%. Участки, характеризующиеся загородным режимом движения, более подвержены влиянию пандемии.

В соответствии с полученными результатами, при многолетнем анализе показателей дорожного движения и его безопасности, исследователями и ответственными службами должен быть учтено влияние пандемии, а при невозможности такого учета 2020 г. должен быть исключен для получения корректных выводов. При планировании мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения и эксплуатации автомобильных дорог необходимо учитывать ослабление ограничительных мероприятий по передвижению населения в настоящее время, что позволяет формировать вывод о том, что показатели интенсивности будут возвращаться к значениям 2019 г. и превышать их.

Литература

1. Laura Žiliūtė, Alfredas Laurinavičius, Audrius Vaitkus Investigation into traffic flows on high intensity streets of Vilnius city // *Transport.* – 2010. – 25(3). – p.244–251.
2. Логинова О.А., Гатиятов Р.Р. Обзор существующих методов и технических средств учета интенсивности движения транспортного потока // *Техника и технология транспорта.* – 2019. – № S (11). – С. 13.
3. Pechatnova E V, Kuznetsov V N Mathematical modeling of traffic volume in the suburban area based on the time series decomposition // *Journal of Physics: Conference Series.* – 2021. – 2131. – 042007. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2131/4/042007>.
4. Смирнов А.В. Влияние пандемии на демографические процессы в российской Арктике // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз.* – 2021. – Т. 14. – № 6. – С. 258-274.
5. Брунер Р.А. Организация дорожного движения в условиях распространения новой коронавирусной инфекции COVID-2019 // *Актуальные проблемы административного права и процесса.* – 2021. – № 1. – С. 24-26.
6. Vingilis E., et al. Coronavirus disease 2019: What could be the effects on Road safety? // *Accident Analysis and Prevention.* – 2020. – 144. – 105687. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105687>.
7. Дианова Т.В., Кушнир А.М. Транспортное поведение в период пандемии COVID-19: проблемы и перспективы // *Вестник Екатеринбургского института.* – 2021. – № 4 (56). – С. 34-38.
8. Katrakazas C., Michelaraki E., Sekadakis M., Y annis G., A descriptive analysis of the effect of the COVID-19 pandemic on driving behavior and road safety // *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives.* – 2020. – 7. – 100186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100186>.

9. Yasin J. Yasin, Michal Grivna1 and Fikri M. Abu-Zidan
Global impact of COVID-19 pandemic on road traffic collisions // World Journal of Emergency Surgery. – 2021. – 16. – 51. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13017-021-00395-8>.

10. Macioszek, E.; Kurek, A. Extracting Road Traffic Volume in the City before and during covid-19 through Video Remote Sensing // Remote Sens. – 2021. – 13(12). – 2329. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13122329>.

11. Traffic congestion ranking [Электронный ресурс] // Tomtom Traffic Index : [сайт]. URL: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/ (дата обращения 15.01.2022).

12. Указ Губернатора Алтайского края от 06 апреля 2020 года N 50 О внесении изменений в указ Губернатора Алтайского края от 31.03.2020 г. № 44 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/570721086> (дата обращения 22.01.2022).

Сведения об авторах:

Печатнова Елена Владимировна, ассистент кафедры «Организация и безопасность движения». Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова.

Адрес: 656038, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,

Тел. +79029991847,

e-mail: phukcia@yandex.ru.

Кузнецов Василий Николаевич, доцент кафедры «Сельскохозяйственная техника и технологии», Алтайский государственный аграрный университет.

Адрес: 656049, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, пр-т Красноармейский, 98,

Тел. +79029991847,

e-mail: kusnezow2508@gmail.com.