

Влияние административных методов организации дорожного движения на скорость сообщения транспорта в городах



А. А. Цариков,
канд. техн. наук,
доцент кафедры
«Проектирование
и эксплуатация
автомобилей» Уральского
государственного
университета путей
сообщения (УрГУПС),



Д. Г. Неволин,
д-р техн. наук, профессор
кафедры «Проектирование
и эксплуатация
автомобилей» УрГУПС

Многие крупные города России столкнулись с серьезными транспортными проблемами в период роста уровня автомобилизации населения. В первую очередь это сказалось на скорости сообщения транспорта, уровне безопасности движения, а также на ситуации в местах постоянного и временного хранения автомобилей.

Первоначально, особенно это касается Москвы, проблему перегруженности улично-дорожной сети городов пытались решить с помощью планировочных и организационных мероприятий. Для этого проводили реконструкцию существующих улиц и перекрестков, строили новые магистрали и транспортные развязки, применяли более эффективные схемы организации движения. Однако положительный эффект очень быстро нивелировался ростом интенсивности движения транспорта. Специалисты по транспортным системам стали осознавать, что масштабы проблем достигли таких значений, когда повышение пропускной способности улично-дорожной сети кратно отстает от роста интенсивности движения.

В таких условиях необходимы другие методы решения проблемы, направленные в первую очередь на снижение интенсивности движения. Здесь стоит отметить мероприятия, направленные на создание приоритетных условий для движения пассажирского транспорта общего пользования [1, 2].

Что касается введения отдельных полос для движения общественного транспорта, то реализовать эту меру крайне затруднительно в городах с исторически сложившейся застройкой. Это связано с малой шириной улиц в красных линиях и, соответственно, отсутствием возможности выделения отдельной полосы для движения маршрутных транспортных средств. Кроме того, в некоторых городах организация системы полос для движения общественного транспорта оказывается недостаточным условием для от-

каза автовладельцев для использования личного транспорта [3]. В этом случае необходимы административные методы организации дорожного движения.

Административные методы организации дорожного движения

Основной причиной, по которой жители города не отказываются от личного транспорта, является более высокая скорость его сообщения и комфортность поездки. Введение отдельных полос для движения общественного транспорта позволяет соперничать с личным автомобилем только в части скорости движения. При этом стоимость владения автомобилем может оказаться существенно ниже, чем затраты на передвижение общественным транспортом. В связи с этим административные методы организации движения должны быть направлены в первую очередь на искусственное увеличение стоимости владения личным автомобилем в случае использования его для поездок на работу.

Наиболее известным мероприятием данного направления является организация платных парковок. Введение пространства с платными парковками особенно эффективно в тех районах, где спрос на парковочное пространство значительно выше, чем объем имеющихся мест. Введение платы за парковку увеличивает общую стоимость владения автомобилем. Особенно это касается территорий с высоким спросом на поездки: историческая часть города, районы деловой активности и др. [4, 5].

Исследование авторов [6], проведенное по парковкам в местах деловой активности Екатеринбурга, показало зна-

чительное влияние стоимости стоянки на время нахождения на ней транспортных средств. Чем выше стоимость парковки, тем больше доля транспортных средств, находящихся на ней в течение часа.

Следующий метод ограничения использования автомобилей на территории города основан на введении экологических ограничений. Данное мероприятие только обсуждается в практике организации дорожного движения городов России. Тем не менее подобные ограничения уже существуют в более чем 138 городах Европы. Более подробно данный вопрос рассмотрен в работах [7–9].

В европейских странах цель ограничения движения в экологической зоне заключается не только в улучшении экологических показателей города, но и в снижении количества жителей, использующих личный автомобиль. Нарушение данного ограничения влечет наложение штрафа от 70 до 2000 евро. Все ограничения по экологическим нормам делятся на несколько классов: зона с низким уровнем выбросов, с очень низким, с нулевым.

Наиболее радикальный метод ограничения движения для личных автомобилей используется в крупных мегаполисах с численностью населения 10 млн жителей и более. Здесь, помимо перечисленных мероприятий, вводят плату за проезд в центр города.

Методика расчета среднего времени реализации корреспонденций на индивидуальном и общественном транспорте

Авторы попытались оценить влияние административных мероприятий на скорость сообщения городского транспорта. Для решения этой задачи в программном комплексе PTV Vision VISUM разработана модель Екатеринбургской агломерации в пределах первого пояса (городские округа Екатеринбург, Березовский, Верхняя Пышма, Среднеуральск, Арамил, поселки Большой Исток и Седельниково Сысертского района). Необходимо отметить, что данный программный комплекс широко использовался отечественными специалистами для оценки транспортных систем [10, 11] до появления Интеграционной платформы RITM3.

Основной задачей использования программного комплекса PTV Vision VISUM является прогнозирование транспортных потоков, скорости сообщения транспорта, загрузки улично-дорожной сети. В основу программы заложена одна

из разновидностей гравитационной модели, которая позволяет рассчитывать количество транспортных корреспонденций между определенными районами:

$$D_{ij} = kQ_iZ_iP_{ij},$$

где k — коэффициент роста транспортных корреспонденций по всему городу;

Q_i — количество отправок трудовых корреспонденций для района i ;

Z_i — количество прибытий трудовых корреспонденций для района i ;

P_{ij} — функция предпочтения.

При разработке модели транспортного спроса в программном комплексе VISUM используется стандартная четырехступенчатая модель. Это обусловлено тем, что она точно описывает все этапы формирования спроса на транспорт, позволяя при этом работать с агрегированными данными без потери в качестве результатов моделирования, что сокращает время расчета и позволяет оценивать большее количество прогнозных сценариев в единицу времени. Результатом моделирования являются расчетные (модельные) значения интенсивности движения.

Стандартная четырехступенчатая модель состоит из следующих этапов:

1. Создание (генерация) транспортного движения. На этом этапе рассчитываются объемы движения из источника и в цель для всех транспортных районов, детализированные по слоям спроса. Результатом являются итоговые строки и столбцы матриц корреспонденций.

2. Распределение транспортного движения. Здесь рассчитываются объемы потока между всеми транспортными районами, детализированные по слоям спроса, но без детализации по видам транспорта. Результатом являются элементы матриц корреспонденций.

3. Выбор режима. На данном этапе рассчитываются матрицы корреспонденций, каждая из которых соответствует поездкам с использованием определенного вида транспорта.

4. Перераспределение. Расчет перераспределения, дифференцированный по видам транспорта, позволяет получить модельные значения интенсивности транспортных потоков. Этот этап является завершающим в цикле расчета спроса. Модельные значения интенсивности, полученные в результате расчета, приобретают смысл прогнозных оценок интенсивности транспортного движения. Расчет транспортного спроса выполнен

для утреннего, дневного и вечернего часов «пик» для рабочих и трудовых целей поездки.

Для расчета среднего времени реализации корреспонденций на индивидуальном транспорте используются системы выражений:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{ij} (t_{ij} x_{ij})}{\sum_{ij} x_{ij}},$$

$$t_{ij} = \frac{\sum_k (t_{kij} x_{kij})}{\sum_k x_{kij}},$$

$$x_{ij} = \sum_k x_{kij},$$

где t_{ij} — время сообщения на индивидуальном транспорте между районами i и j , мин;

x_{ij} — количество трудовых корреспонденций из района i в район j , реализуемых с использованием индивидуального легкового транспорта, авт./сут;

x_{kij} — загрузка участка сети k при движении из района i в район j ;

t_{kij} — время движения по участку сети k при движении из района i в район j , мин.

На основе среднего времени движения на индивидуальном транспорте по отдельным участкам сети k , рассчитывается время движения общественного транспорта с учетом остановок для посадки-высадки пассажиров.

Стоит подчеркнуть, что в программном комплексе PTV Vision VISUM оценка скорости сообщения пассажиров проводится на основе заданного распределения между поездками на индивидуальном и общественном транспорте. Иными словами, изначально выставляются данные о количестве поездок тем или иным способом. Более подробно данный вопрос описан в работе [12].

Результаты исследования основных показателей транспортной системы Екатеринбурга при различной доле использования общественного транспорта

Как указывают специалисты по организации дорожного движения, снижение интенсивности движения транспорта на улично-дорожной сети города позволяет снизить количество заторов, и, следовательно, повысить скорость сообщения транспорта. В рамках транспортной модели, разработанной в программном комплексе PTV Vision VISUM, авторы провели расчеты скорости и времени сообщения пассажиров при использовании личного и общественного транспорта. При этом доля общественного транспорта принималась равной от 50 до 85 % с шагом в 5 %. Всего проведено

моделирование по семи вариантам распределения поездок между личным и общественным транспортом (см. таблицу).

Результаты расчетов показали, что дальнейшее увеличение доли индивидуального транспорта в структуре транспортных перемещений приведет к резкому снижению скорости сообщения транспорта. Характерно, что данное снижение коснется как общественного, так и индивидуального транспорта (рис. 1).

Использование административных методов организации дорожного движения, направленных на увеличение стоимости владения личного транспорта, позволит увеличить долю пассажирского транспорта общего пользования. При этом скорость сообщения вырастет как на индивидуальном, так и на общественном транспорте.

Как видно из таблицы, наиболее негативный сценарий для функционирования транспортной системы Екатеринбурга наблюдается уже при соотношении поездок на индивидуальном и общественном транспорте в пропорции 50 на 50. В этом варианте расчета скорость сообщения всех видов транспорта достигнет показателей пешеходных передвижений (5–7 км/ч).

Противоположный сценарий, когда доля перевозок пассажирским транспортом будет расти по сравнению с существующими значениями, позволит увеличить скорость сообщения как личного, так и общественного транспорта. В том случае, когда административные мероприятия позволят увеличить долю перевозок общественным транспортом до 85%, средняя скорость индивидуального транспорта достигнет значения 31,3 км/ч.

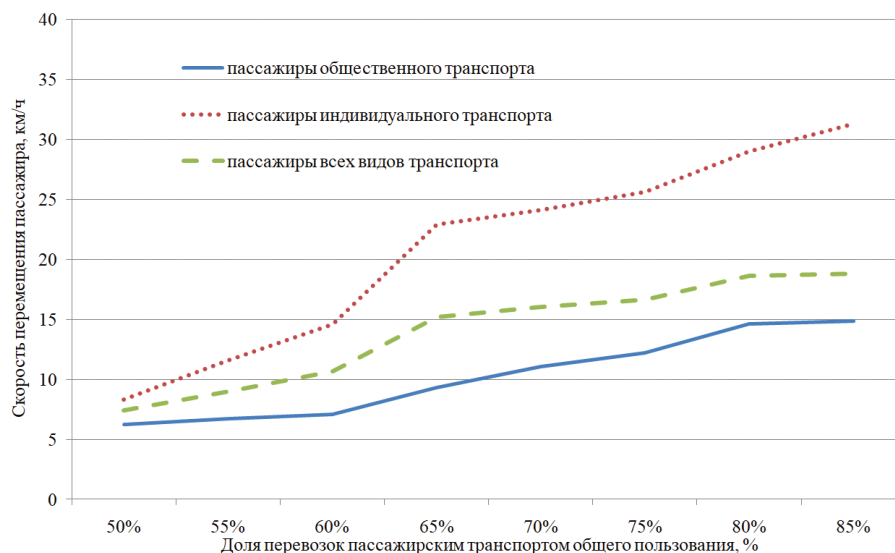


Рис. 1. Влияние доли перевозок общественным транспортом на скорость сообщения пассажиров

Одновременно с этим, как показали расчеты, увеличится и скорость сообщения пассажирского транспорта. Если в существующих условиях это значение составляет 9,3 км/ч, то под действием административных мероприятий этот показатель достигнет значения 14,86 км/ч (рис. 1).

Как видно из рис. 1, наиболее существенное увеличение скорости сообщения пассажирского транспорта общего пользования наблюдается при увеличении доли его перевозки с 60 до 80%. В этих условиях скорость увеличивается с 7 до 14,6 км/ч. Примечательно, что дальнейшее увеличение доли перевозки общественным транспортом не позволяет существенно увеличивать скорость сообщения транспортных потоков.

Причины таких странных закономерностей можно объяснить подходом

к организации дорожного движения, используемого в Екатеринбурге. С момента появления первых заторов управление движением в городе было направлено в первую очередь на повышение пропускной способности и безопасности движения.

Административные мероприятия, предложенные авторами, позволяют практически исключить транспортные заторы в случае перехода некоторого количества автолюбителей с личных автомобилей на общественный транспорт. Однако схемы организации движения, в том числе на регулируемых пересечениях, останутся прежними.

Большая продолжительность циклов светофорного регулирования и сложные схемы пофазного разъезда будут создавать значительные задержки как для личного, так и общественного транспорта.

Основные результаты моделирования транспортной системы Екатеринбургской агломерации в программном комплексе PTV Vision VISUM

Показатель	Доля общественного транспорта в структуре перевозок						
	85 %	80 %	75 %	70 %	65 %	60 %	50 %
Общественный транспорт							
Объем поездок	236 723	224 199	211 461	199 124	185 608	172 879	147 332
Время поездки, с	1869	1945	2281	2520	3002	3946	4491
Дальность поездки, км	8,251	8,272	8,277	8,276	8,293	8,302	8,339
Скорость, км/ч	14,86	14,61	12,21	11,05	9,29	7,08	6,25
Время поездки, мин	31,15	32,43	38,03	42,01	50,04	65,78	74,85
Индивидуальный транспорт							
Объем поездок	74 338	86 959	104 914	122 867	140 822	158 776	194 685
Время поездки, с	1616	1693	1858	1927	1988	3089	5314
Дальность поездки, км	13,43	13,03	12,62	12,32	12,1	11,93	11,69
Скорость, км/ч	31,3	28,99	25,59	24,1	22,93	14,56	8,29
Время поездки, мин	26,95	28,22	30,97	32,11	33,15	51,5	88,6

Примечание: жирным шрифтом выделены показатели для существующих условий движения транспорта в Екатеринбурге в часы пик.

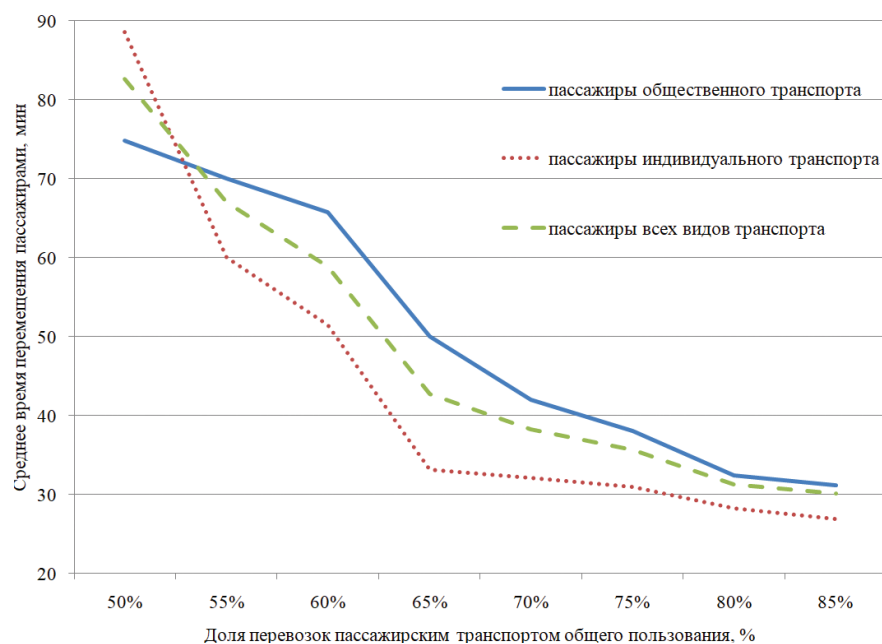


Рис. 2. Влияние доли перевозок общественным транспортом на среднее время сообщения пассажиров

Это говорит о том, что после успешной реализации комплекса административных мероприятий необходима значительная работа по изменению схемы организации движения на перекрестках.

В рамках данного исследования отдельные расчеты проведены в части времени поездки пассажиров на различных видах транспорта. Как видно из рис. 2, снижение доли перевозок пассажирским транспортом общего пользования ведет к значительному увеличению среднего времени перемещения пассажира. В том варианте расчетов, когда доля перевозки общественным транспортом составляет 85 %, среднее время поездки пассажира общественного транспорта равняется 31 мин, а индивидуального транспорта — 27 мин. Наиболее неблагоприятный вариант с долей перевозок общественным транспортом в размере 50 % показал, что среднее время поездки пассажира индивидуального транспорта достигнет 88,6 мин, а пассажирского — 74,9 мин.

Отдельно стоит остановиться на времени поездки пассажиров индивидуального транспорта. Как видно из рис. 2, при высокой доле перевозок общественным транспортом время поездки на индивидуальном транспорте значительно ниже. Однако, когда соотношения доли перевозок общественным и индивидуальным транспортом сравниваются, время поездки пассажира личного транспорта начинает превышать среднее время сообщения пассажира общественного транспорта.

Подобный результат в большей мере связан с дальностью поездки на личном

транспорте. Как показали исследования, средняя дальность поездки на личном автомобиле на 30 % превышает аналогичный показатель для пассажира общественного транспорта. Одновременно с этим при доле перевозок общественным транспортом в размере 50 % его скорость по причине многокилометровых заторов будет отличаться менее чем на 15 %.

Заключение

Таким образом, проведенные расчеты указывают на эффективность использования административных методов организации дорожного движения. В таких городах, как Екатеринбург, переход 45 % автолюбителей на общественный транспорт в часы пик позволит в 1,5 раза увеличить скорость сообщения индивидуального и общественного транспорта. То есть подтверждается эффективность перераспределения дорожного пространства в пользу общественного транспорта [13], а также положительный эффект ограничительных мероприятий, используемых во всех городах с эффективной транспортной системой [14].

Данные исследования говорят о том, что часть автолюбителей, доходы которых несколько выше, чем у среднего жителя города, в любом случае продолжит использовать личный транспорт для поездки по городу. Однако их количество позволит минимизировать или полностью исключить заторы на территории города.

Однако введение ряда ограничений, основанных на создании экологических

зон, потребует иного подхода к выбору подвижного состава и организации маршрутов пассажирского транспорта. В этом случае подвижной состав, работающий на электричестве и альтернативных видах топлива, должен будет работать на маршрутах, проходящих через центр города. Автобусы, не отвечающие требованиям экологических норм, должны перемещаться на маршруты, обслуживающие периферийные районы [15].

Литература

1. Карашева Ю. А., Чарымов Б. Р. Выделение выделенных полос для общественного транспорта, как способ решения уменьшения времени нахождения в пути // Проблемы функционирования систем транспорта: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 8–9 декабря 2022 г., Тюмень. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. С. 186–189. EDN: CRLVIG.
2. Цариков А. А. Исследование улично-дорожной сети городов на предмет возможности выделения полос для движения пассажирского транспорта // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2025. Т. 22. № 2(102). С. 266–280. DOI: 10.26518/2071-7296-2025-22-2-266-280. EDN: ZBDTWS.
3. Меженков А. В., Ветрова Т. А., Абузарова Л. Д. Анализ влияния применяемых методов организации дорожного движения на работу городского пассажирского транспорта // Прогрессивные технологии в транспортных системах: Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 20–22 ноября 2024 г., Оренбург. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2025. С. 284–290. EDN: TODNOD.
4. Еремин И. Р. Моделирование заполняемости платных парковок: регрессионный анализ с учетом клиентского поведения // Инженерный вестник Дона. 2025. № 1(121). С. 136–148. EDN: ELPDXU.
5. Белова Н. И., Ковалевская О. С. Анализ организации и тарификации платного парковочного пространства в Санкт-Петербурге // Теория и практика управления государственными функциями и услугами. Тарифное регулирование: сборник научных трудов по итогам IV национальной научно-практической конференции, 10–17 ноября 2021 г., Санкт-Петербург. СПб.:

- Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. С. 28–32. EDN: QJMULA.
6. Цариков А. А., Пенцев Е. А. Исследование закономерностей функционирования бесплатных парковок (на примере площади 1905 года и парковок крупных торговых центров города Екатеринбурга) // Инновационный транспорт. 2021. № 4 (42). С. 27–33.
 7. Browne M., Allen J., Anderson S. Low Emission Zones: The Likely Effects on the Freight Transport Sector // International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management. 2004. Vol. 8. № 4. P. 269–281.
 8. Ferreira F., Gomes P., Carvalho A. et al. Evaluation of the Implementation of a Low Emission Zone in Lisbon // Journal of Environmental Protection. 2012. № 3. P. 1188–1205. DOI: 10.4236/jep.2012.329137.
 9. Kelly F., Armstrong B., Atkinson R. et al. The London Low Emission Zone Baseline

- Study. Boston, MA, USA: Health Effects Institute, 2011.
10. Ставцева А. А., Милина М. Ю., Тарусова М. С., Васильева В. В. Моделирование транспортной ситуации с помощью пакета программ PTV Visum // Современные материалы, техника и технология: Сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, 28 декабря 2019 г., Курск. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. Т. 2. С. 271–275. EDN: QWEBLJ.
 11. Андронов С. А., Ульвачева О. В. Синхронизация расписаний в пересадочном узле в среде PTV Visum // Системный анализ и логистика. 2022. № 2 (32). С. 73–87. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-2-73-87. EDN: IUYQPJ.
 12. Якимов М. Р., Попов Ю. А. Транспортное планирование: практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе PTV Vision@ VISUM: монография. М.: Проспект, 2022. 176 с.

13. Абрамов Н. С., Горяев Н. К. Повышение провозной способности участка улично-дорожной сети за счет перераспределения дорожного пространства в пользу общественного транспорта в городе Челябинске // Транспортные и транспортно-технологические системы: Материалы Международной научно-технической конференции, 13–14 апреля 2023 г., Тюмень. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. С. 274–277. EDN: CTOOHG.
14. Вучик В. Р. Транспорт в городах, удобных для жизни / пер. с англ. А. Калинина. М.: Территория будущего, 2011. 576 с. (Университетская библиотека Александра Погорельского).
15. Неволин Д. Г., Цариков А. А., Бондаренко В. Г. Организация маршрутов городского пассажирского транспорта с учетом парка на альтернативном топливе // Транспорт на альтернативном топливе. 2022. № 6 (90). С. 56–63. EDN: ZOJNUQ.



Общероссийская общественная организация
**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА –
В ЦИФРАХ**

Членами Академии за 2021–2025 годы:



ПРОВЕДЕНО **БОЛЕЕ 270** МЕРОПРИЯТИЙ (В ТОМ ЧИСЛЕ ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦИЙ)



ОПУБЛИКОВАНО **БОЛЕЕ 1900** ПУБЛИКАЦИЙ И МОНОГРАФИЙ В РЕЦЕНЗИРУЕМЫХ ИЗДАНИЯХ



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА ОБЕСПЕЧИЛА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПО АКТУАЛЬНЫМ ПРОГРАММАМ **ДЛЯ БОЛЕЕ ЧЕМ 9000 СПЕЦИАЛИСТОВ** В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА И ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ



ТЕРРИТОРИЯ ПРИСУТСТВИЯ РАТ – **51 РЕГИОН**



ПРОВЕДЕНО **4 КРУПНЫХ ОБЩЕАКАДЕМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЯ** В РАМКАХ XVI МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА И ВЫСТАВКИ «ТРАНСПОРТ РОССИИ»



ПРИНЯТ **171** ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЙ ЧЛЕН



УЧРЕЖДЕН ОБЪЕДИНЕННЫЙ УЧЕНЫЙ СОВЕТ И **ПРОВЕДЕНО 13 ЗАСЕДАНИЙ**



САЙТ И НОВОСТНЫЕ ПОРТАЛЫ АКАДЕМИИ ПОСЕЩАЮТ **БОЛЕЕ 5000 ЧЕЛОВЕК**