

О редакторе тематического блока профессоре Вячеславе Михайловиче Гордиенко



- *Заведующий лабораторией нелинейной оптики и сверхсильных световых полей им. академика Р.В. Хохлова Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (МГУ)*
- *Head of Academician R.V. Khokhlov Laboratory of Nonlinear Optics and Ultrastrong Light Fields of Lomonosov Moscow State University (MSU)*
- *Председатель координационного совета физического факультета МГУ по медицинской физике*
- *Chairman of the Coordinating Council of the Faculty of Physics of MSU for Medical Physics*
- *Член Бюро российского отделения Общества оптики и фотоники (SPIE)*
- *Member of the Bureau of the Russian branch of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE)*
- *Заместитель председателя экспертного совета РФФИ по физике*
- *Deputy Chairman of the RFBR Expert Council in Physics*

Вячеслав Михайлович Гордиенко – хорошо известный в нашей стране и за рубежом ведущий специалист в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.

В.М. Гордиенко в 1969 г. окончил физический факультет МГУ. В 1970 г. начал трудиться на кафедре волновых процессов физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. В 1977 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 1998 г. – докторскую по лазерной физике. В 1999 г. ему было присвоено звание профессора. В настоящее время является заведующим лабораторией нелинейной оптики им. академика Р.В. Хохлова кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

В.М. Гордиенко является одним из основоположников нового направления в российской лазерной физике, связанного с взаимодействием сверхсильных световых полей с веществом. Под его руководством на отечественной техноло-

гической базе разработаны приоритетные решения по созданию пико- и фемтосекундных лазерных систем УФ и ИК диапазонов для реализации режима сверхсильного светового поля. Внедрение лазерных систем нового поколения позволило ему провести серию оригинальных исследований процессов, ответственных за нелинейное взаимодействие интенсивного пико- и фемтосекундного лазерного излучения с веществом в сильно неравновесном состоянии.

Научные интересы В.М. Гордиенко связаны с такими областями, как лазерная физика и нелинейная

More than 300 scientific papers have been published by V.M. Gordienko in leading domestic and foreign journals. He is a member of the Program Committees of a number of major international and domestic conferences on laser physics, nonlinear optics, super-strong fields in plasma, *etc.* He was supervisor of nineteen PhD of physical and mathematical sciences in laser physics, nonlinear optics and photonics. Among his students, there are also representatives of the teaching staff from a number of regional universities. The Laboratory of Nonlinear Optics

V.M. Gordienko has been the RFBR scientific expert for many years, he was Deputy Chairman of the Expert Council on Physics, and the Guest Editor of the topical issues of the *RFBR Journal* themed as “*Photonics and Advanced Laser and Laser Information Technologies*” (2014) and “*Contemporary Challenges of Infrared Photonics*” (2023).

В.М. Гордиенко

ляет автоматизировать рутинные процессы, а МО дает возможность анализировать большие объемы данных для выявления скрытых закономерностей. Эффективность этих современных технологий уже сейчас подтверждается статистикой уменьшения «человеческого фактора» при автокатастрофах. С другой стороны города-мегаполисы насыщены транспортными средствами и поэтому дорожная инфраструктура подвержена большим нагрузкам, что приводит к снижению скорости передвижения по городу, увеличению времени нахождения в транспорте и, как результат, к возникновению у водителей симптома декремента бдительности. Появление в настоящее время «умных автомобилей» с интеллектуальным электронным помощником приводит еще и к тому, что внимание водителя может снижаться, а сонливость за рулем развивается быстрее. Хронический стресс, присущий жителям мегаполиса, влияет на качество вождения и, соответственно, повышает число ошибок. Поэтому возникает необходимость выработки простых критериев и инструментов для мониторинга в режиме реального времени состояния водителей автотранспорта, участвующих в движении на дорогах мегаполиса.

Одна из новых технологий «умного города», которая в последние годы стала предметом особого внимания, связана с внедрением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различные сферы городской жизнедеятельности. БПЛА перемещаются автономно или с применением дистанционного управления, обеспечивая преимущества в новых возможностях по доставке, например, небольших грузов и т. п. В этом ключе новой и принципиально важной задачей является создание системы автономной навигации беспилотных транспортных средств. Необходимо разработка интеллектуальной системы управления распределенными средствами для обнаружения объектов малоразмерной авиации в условиях плотной городской застройки. Использование БПЛА играет решающую роль и в поддержании безопасности «умных городов», обнаруживая и, тем самым, предотвращая возможные угрозы. При этом возникает очевидная необходимость развития средств оперативного мониторинга самих движущихся БПЛА, в том числе несанкционированно проникающих в пространство «умного города». Немаловажно также создание эффективных сенсоров и сенсорных сетей, обеспечивающих распознавание БПЛА и мониторинг их движения. Поэтому разработка методов выявления беспилотных транспортных средств, несущих угрозу функционированию систем «умного города», и противодействия им является ключевой задачей. Всё возрастающая вероятность использования БПЛА в условиях «умного города» неизбежно будет сопровождаться проявлением определенных системных и комплексных проблем, одним из ключевых звеньев которой является человек-оператор и его психоэмоциональное состояние. Очевидно, что в усложненных условиях «умного города» процесс управления БПЛА связан с нарастанием психоэмоционального напряжения и зрительного утомления операторов, что

приводит к значительному возрастанию их когнитивной нагрузки. Всё это создает предпосылки для проявлений когнитивных уязвимостей человека-оператора. Поэтому возникает естественная необходимость разработки и создания комплексной системы для обеспечения безопасности полетов беспилотных транспортных средств в едином воздушном пространстве «умного города». В основу ее решения может быть положена взаимосвязь задач оптимизации эксплуатационной и функциональной безопасности для минимизации рисков крушений БПЛА, а также минимизация проявлений когнитивных уязвимостей человека-оператора.

Таким образом, «умный город», являясь современным мегаполисом, должен обладать адаптивным управлением системами жизнеобеспечения, которое осуществляется при помощи инновационных цифровых технологий. В широком смысле эффективность эксплуатации и мобильности беспилотных транспортных средств в «умном городе» определяется не только управлением, но и интеллектуальным контролем за санкционированными и несанкционированными перемещениями наземных, воздушных и водных мобильных устройств как в самой городской, так и окружающей его средах (воздух, акватории).

Предметом междисциплинарного конкурса РФФИ «Фундаментальные проблемы управления беспилотными транспортными средствами “умного города”» как одного из важнейших направлений функционирования социально-экономической системы в условиях урбанизации» было рассмотрение комплекса задач, возникающих, в частности, из-за растущего внедрения БТС. БТС передвигаются в различных средах и обеспечивают перемещение людей и грузов как в пределах города, так и на прилегающих к нему территориях и акваториях. Создание методов и подходов, направленных на создание эффективной системы мониторинга и управления БТС, а также обеспечивающих в условиях их массового использования безопасное функционирование и максимальную мобильность транспортной системы, является одним из условий реализации комплексных планов развития современных «умных городов».

Можно констатировать, что решение о проведении междисциплинарного конкурса Российского фонда фундаментальных исследований «Фундаментальные проблемы управления беспилотными транспортными средствами “умного города”», которое было принято Советом Фонда в 2019 г., предвосхитило тенденции и те вызовы, которые впоследствии произошли как в мире, так и в нашей стране. Существенно и то, что решения поставленной фундаментальной задачи, полученные на платформе междисциплинарных исследований, демонстрируют гармонизацию подходов и новые фундаментальные результаты.

Авторы статей, публикуемых в этом выпуске журнала «Вестник РФФИ», представляют результаты исследований, выполненных при финансовой поддержке РФФИ в рамках вышеупомянутого научного направления. Надеюсь, что материалы выпуска окажутся интересными широкому кругу читателей.

Unmanned Vehicles in a Smart City – Methods and Intelligent Systems for Monitoring and Traffic Control

V.M. Gordienko

Over the past few decades, urbanization has become a global trend in economic development and living conditions. The current problem of urban population growth places increasing demands not only on the development of new technologies and infrastructure, but also on citizens. As a consequence of this, effective and cost-effective results are required with appropriate infrastructural support for comfortable urban living. The solution to this problem lies, among other things, in the efficiency of development of transport, information and communication technologies. Cloud computing, artificial intelligence, machine learning – all this significantly influences both development trends and the dynamics of the main socio-economic indicators of a “smart city”. These changes have a particularly acute impact on the main parameters of a “smart city”, among which, along with improving the quality of life, there is increasing attention to the level of safety and environmental protection.

The application of advanced information and communication technologies in the life of a “smart city” is a fundamental trend. “Smart transportation” and “smart city traffic management” are changing approaches to urban mobility and emergency response while optimizing traffic flow. There is a need to develop methods for optimal control of the movement of unmanned vehicles (UVs) and information and communication technologies appropriate for their implementation. Modern technologies for organizing “smart transport” make it possible to make moving around the city more convenient and safer thanks to a combination of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML), since AI allows you to automate routine processes, and ML makes it possible to analyze large volumes of data to identify hidden patterns. The effectiveness of these modern technologies is already confirmed by statistics on the reduction of the “human factor” in car accidents. On the other hand, metropolitan cities are saturated with vehicles and therefore the road infrastructure is subject to heavy loads, which leads to a decrease in the speed of movement around the city, an increase in the time spent in transport and, as a result, to the emergence of a symptom of vigilance decrement among drivers. The current emergence of “smart cars” with intelligent electronic assistants also leads to the fact that the driver’s attention may decrease, and drowsiness while driving develops faster. Chronic stress inherent in metropolitan residents affects the quality of driving and, accordingly, increases the number of errors. Therefore, there is a need to develop simple criteria and tools for monitoring in real time the condition of vehicle drivers participating in traffic on the roads of a metropolis.

One of the new “smart city” technologies that have received special attention in recent years is the introduction of unmanned aerial vehicles (UAVs) in various aspects of urban life. UAVs move autonomously or using remote control, providing advantages in new delivery capabilities, such as small

cargo, *etc.* In this vein, a new and fundamentally important task is the creation of an autonomous navigation system for unmanned vehicles. It is necessary to develop an intelligent control system for distributed means for detecting small aircraft objects in dense urban areas. The use of UAV also plays a decisive role in maintaining the security of “smart cities” by detecting and thereby preventing possible threats. At the same time, there is an obvious need to develop means of operational monitoring of moving UAVs themselves, including those unauthorized penetrating into the “smart city” space. It is also important to create effective sensors and sensor networks that provide UAV recognition and monitoring of their movement. Therefore, developing methods for identifying unmanned vehicles that pose a threat to the functioning of “smart city” systems and countering them is a key task. The ever-increasing likelihood of using UAV in a “smart city” will inevitably be accompanied by the manifestation of certain systemic and complex problems, one of the key links of which is the human operator and his psycho-emotional state. Obviously, in the complicated conditions of a “smart city” the process of controlling a UAV is associated with an increase in psycho-emotional stress and visual fatigue of operators, which leads to a significant increase in their cognitive load. All this creates the pre-conditions for the manifestation of cognitive vulnerabilities of the human operator. So there is a natural need to develop and create a comprehensive system to ensure the safety of unmanned vehicle flights in the common airspace of a “smart city.” Its solution can be based on the relationship between the tasks of optimizing operational and functional safety to minimize the risks of UAV crashes, as

