

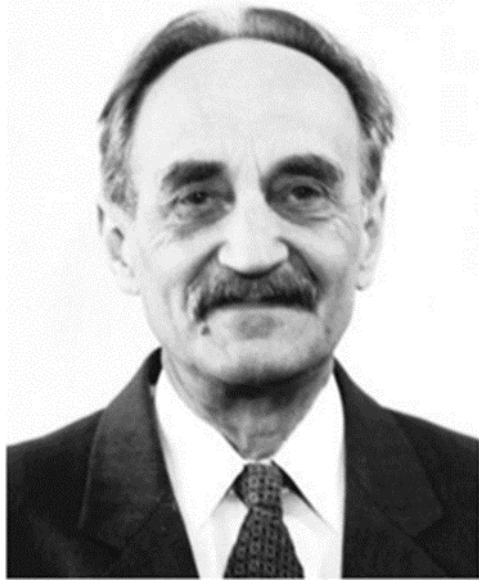
**Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова  
Российской академии наук**

**«СИРЕНА» - первая сеть пакетной  
коммутации в России**

**Вишневский Владимир Миронович**  
д.т.н., проф., зав. лабораторией ИПУ РАН

2023

# Запуск в промышленную эксплуатацию первой очереди системы Сирена-1



Тематикой сегодняшнего заседания является юбилейная дата – пятидесятилетие ввода в эксплуатацию первой очереди системы «Сирена», крупнейшей автоматизированной системы управления нашей страны. Началу проектирования системы «Сирена» предшествовала дискуссия в Министерстве гражданской авиации СССР суть которой составляла в том, чтобы закупать ли за огромные деньги существующую в то время зарубежную систему, или начинать разработку собственной. Было принято дальновидное решение о проектировании и реализации системы собственными силами.

Разработка системы была поручена нашему институту, главным конструктором был назначен В. А. Жожикашвили – заведующий лабораторией №17. Под его руководством была разработана и в 1972г. введена в эксплуатацию первая очередь системы «Сирена-1» для Московского авиаузла. В аэровокзале располагался центр обработки данных системы с базой данных об авиабилетах, к которому по телефонным каналам связи подключались авиационные кассы с терминалами для продажи авиабилетов.

В дальнейшем аналогичные центры были созданы во многих крупных городах СССР: Москва, Ленинград, Ташкент, Рига и т.д.

# Компьютерная сеть «Сирена» охватила всю территория бывшего СССР

В Институте был создан отдел внедрения, возглавляемый В.А. Кучеруком. Усилиями сотрудников этого отдела практически во всех крупных городах страны были реализованы вычислительные центры системы «Сирена» и узлы коммутации пакетов, объединённые выделенными междугородними телефонными каналами связи.

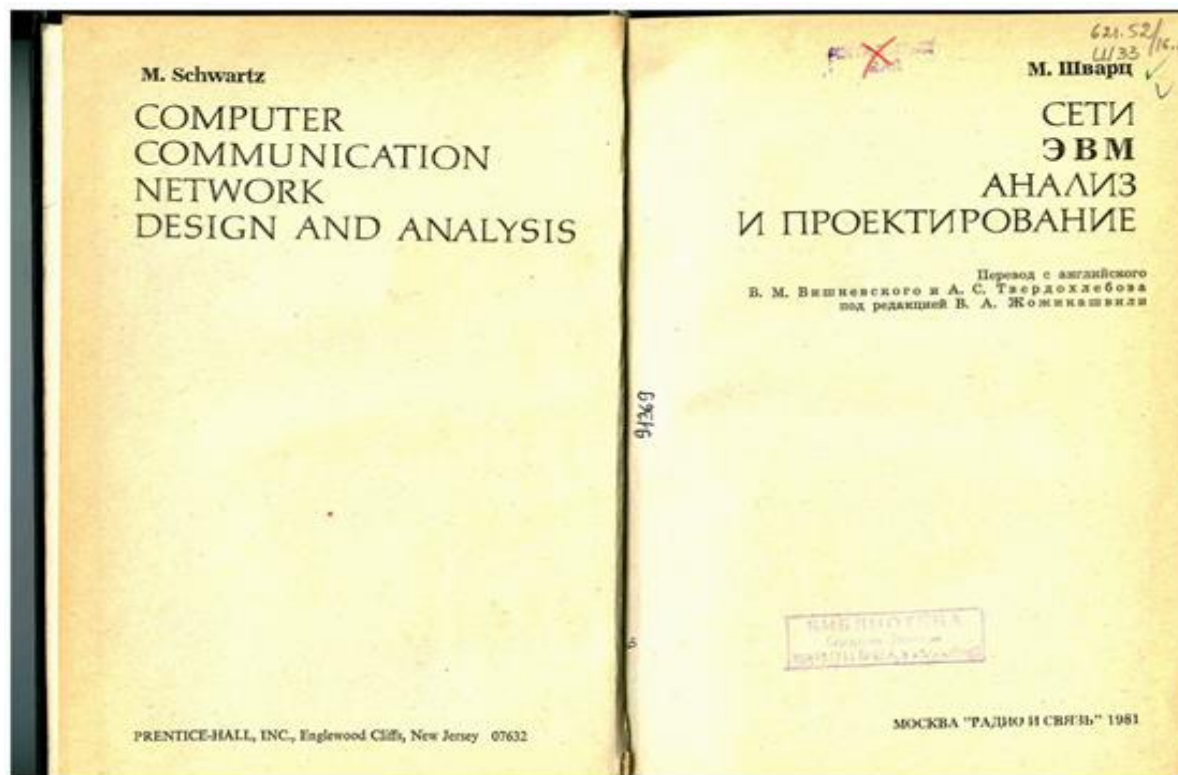
Разработанная первая в стране компьютерная сеть «Сирена», охватила всю территорию бывшего СССР. В сети были реализованы новейшие для того времени методы пакетной коммуникации, адаптивная маршрутизация, управление информационными потоками и т.д. Сеть была реализована на полностью отечественных аппаратно-программных комплексах, выпускаемых заводами Минприбора СССР.



В рамках создания и развития сети «Сирена» были разработаны теоретические основы проектирования компьютерных сетей. Разработана теория топологического синтеза распределённых компьютерных сетей, базирующаяся на оригинальных результатах в области экстремальных графов, новые методы анализа и синтеза открытых и замкнутых стохастических сетей с ограниченными буферными накопителями и т.д. Защищено большое количество кандидатских диссертаций и 3 докторские диссертации: В.М. Вишневский (1988), В.Н. Силаев (1992), М.П. Фархадов (2012).

# Всесоюзные конференции «Автоматизированные системы массового обслуживания»

С начала 80-х годов бурно развиваются теоретические исследования в области компьютерных сетей. Появилась фундаментальная монография Леонарда Клейнрока «Вычислительные системы с очередями» 1980г., а также классическая книга М. Шварца «Сети ЭВМ. Анализ и проектирование» 1981г. Эта книга была переведена нами на русский язык и издана под редакцией В.А. Жожикашвили.



# Компьютерная сеть «Сирена» охватила всю территория бывшего СССР



Теоретические результаты и опыт практической реализации сети пакетной коммутации «Сирена» нашли отражение в монографии В.А. Жожикашвили, В.М. Вишневский «Сети массового обслуживания. Теория и применение в сетях ЭВМ» (М.: Радио и связь, 1988, 302 с.)





**Силаев В.Н., Билик Р.В., Жожикашвили В.А., Вишневский В.М.**



**Состав лаборатории разработчиков Сирена-1**

## **Всесоюзные конференции «Автоматизированные системы массового обслуживания»**

Начиная с конца 1970-х годов по 1995 г. под руководством В.А. Жожикашвили проведены 17 всесоюзных конференций, объединивших ведущих учёных и специалистов в области компьютерных сетей, многие из которых впоследствии стали основными разработчиками российского сегмента Интернет и других крупных проектов. На базе сети «Сирена» были реализованы целый ряд крупномасштабных систем, включая: сеть регистрации атомных взрывов и землетрясений; компьютерная библиотечная сеть Libnet и др. Проведены теоретические и практические работы по шлюзованию разнородных компьютерных сетей. Приказом Министерства транспорта РФ в 1993 г. В. М. Вишнеvский был назначен Главным конструктором Единой Системы бронирования и продажи билетов на транспорте.



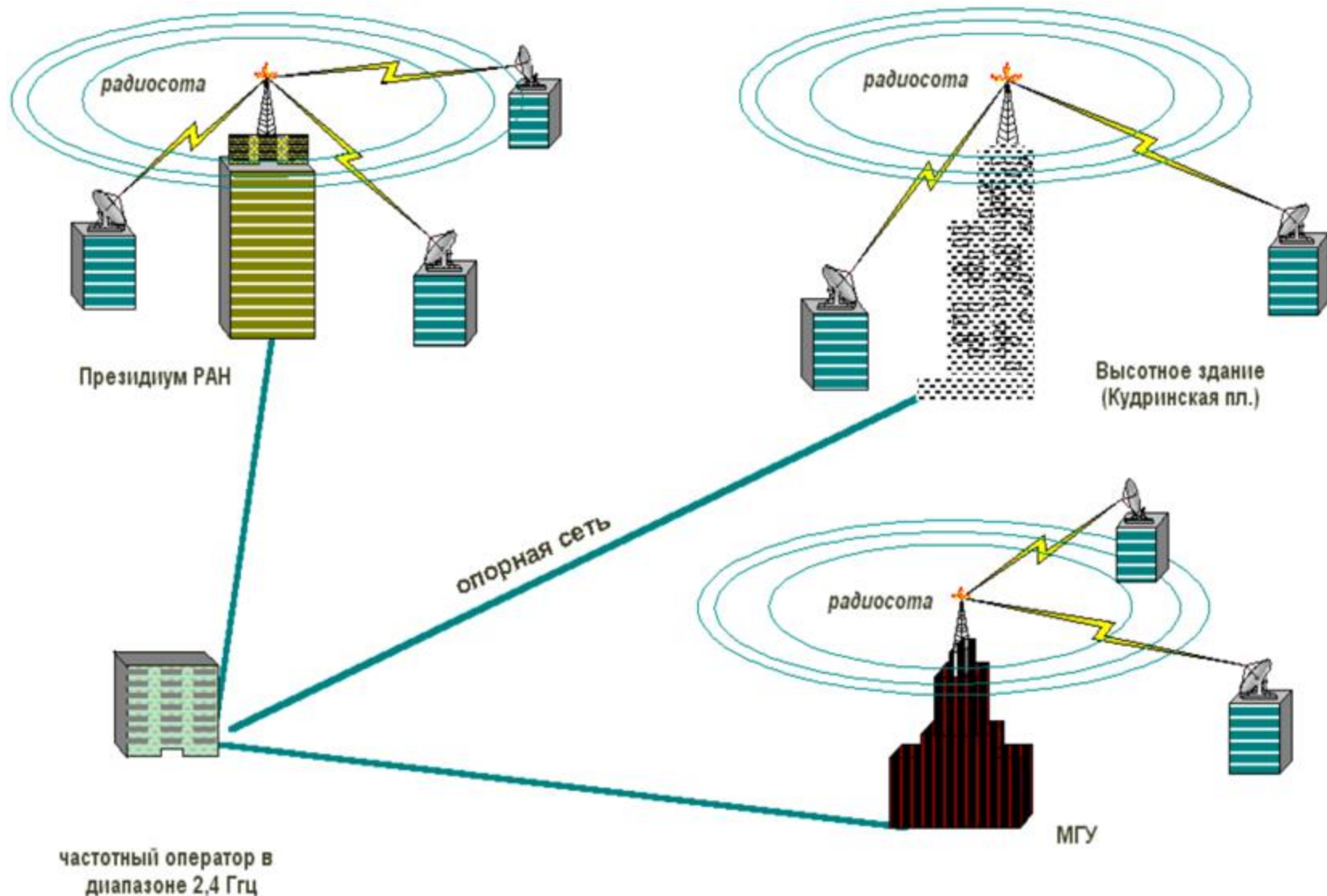
# Шлюзование разнородных корпоративных компьютерных сетей

В этот период разработана шлюзовая система для объединения двух крупнейших в РФ корпоративных сетей «Экспресс» и «Сирена». Разработана информационно-справочная система «Маршруты» поиска оптимальных интермодальных маршрутов на пассажирском транспорте (авиационный, железнодорожный, автобусный, речной и морской транспорт). Её услугами воспользовались десятки миллионов пассажиров. Заключён контракт с корпорацией Google по использованию системы «Маршруты» на портале Google. Федеральной пассажирской компанией РЖД куплена лицензия на использования патента «Информационно-справочная система поиска оптимальных маршрутов на пассажирском транспорте». Проведенные исследования положены в основу монографии В.М. Вишневыкий. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. – М.: Техносфера, 2003, 520 с.

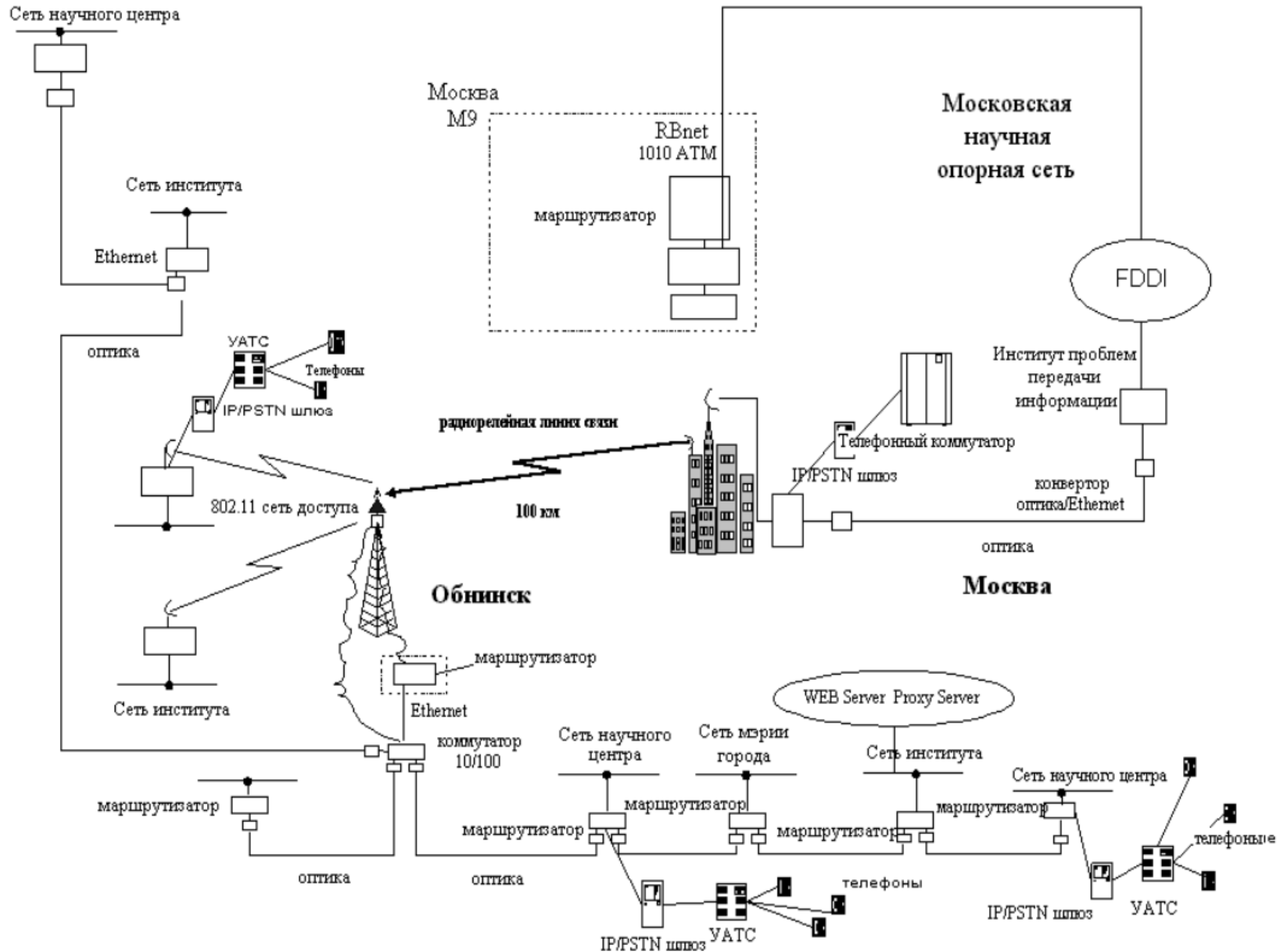
# Широкополосная беспроводная сеть Radionet

Период конца 1990-х–н начала 2000-х годов ознаменовался появлением и бурным ростом широкополосных беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11, функционирующих в сантиметровом и миллиметровом диапазонах радиоволн. В Российской Федерации, как и во всём мире начались активные разработки широкополосных беспроводных сетей на базе радиомодемов с шумоподобным сигналом. Под руководством В.М. Вишневого при финансовой поддержке Миннауки РФ разработана и реализована первая в стране высокоскоростная распределенная беспроводная сеть Radionet, обеспечивающая подключение в Интернет порядка 6000 компьютеров организаций науки, культуры и образования г. Москвы. Аналогичные сети были реализованы в наукограде Обнинск, г. Брянск, г. Якутск и других регионах страны. Создана теория динамического управления стохастическими системами циклического опроса. На базе этой теории разработаны методы, алгоритмы и программные средства, обеспечивающие минимизацию интерференции при передаче информации в региональных беспроводных сетях. Разработана серия отечественных радио и инфракрасных модемов, превосходящих по целому ряду параметров известные зарубежные аналоги. Выполнен цикл работ по исследованию беспроводных сетей нового поколения, завершившийся публикацией монографии В.М. Вишневы, С.Л. Портной, И.В. Шахнович. Энциклопедия WiMAX. Путь в 4G. – М.: Техносфера, 2011, 470 с. В 2012 г. на английском языке была опубликована книга V. Vishnevsky, O. Semenova. Polling System: Theory and Applications for Broadband Wireless Networks. – London: Academic Publishing, 2012, 317 p.

# Широкополосная беспроводная сеть Radionet



# Сеть наукограда Обнинск



# Мобильные сотовые технологии

Одновременно с беспроводными сетями IEEE 802.11 интенсивно развивались мобильные сотовые технологии – одно из революционных достижений в области беспроводной связи, ставшее обыденным за последние 20 лет. Роль этой технологии в 2000-х годах столь же велика, как и бум персональных компьютеров в 1980-е годы. В исторически короткий период происходит стремительная смена поколений сотовой связи: от сетей первого поколения до сегодняшних сетей пятого поколения, а уже к 2026 г. планируется внедрение сотовых сетей 6G.

В настоящее время во всём мире, включая Российскую Федерацию, уже используются сети пятого поколения на базе технологии LTE Advances (стандарт 3GPP, начиная с релиза 10), обеспечивающие в нисходящем радиоканале скорость передачи информации до 1000 Мбит/с, а в восходящем канале – до 500 Мбит/с. Однако с появлением таких технологий, как интернет вещей (технологии LPWAN - SigFox и LoRa), виртуальная и дополнительная реальность (Virtual/augmented reality) и т.д., наблюдается экспоненциальный рост трафика, появляются его дополнительные источники, большинство из которых подключается к сети Интернет посредством беспроводной связи.

Разрабатываемые сети 5G ориентированы на решение проблемы передачи огромных объемов данных с различными ограничениями на задержку, вероятность потерь, вариацию задержки и другие параметры.



## Направления перспективных сетевых разработок лаборатории 69

Следует отметить, что исследования начатые в рамках создания сети Сирена в настоящее время продолжается и развивается в двух лабораториях Института: лаб.№17 и лаб.№69. Разработка теоретических основ построения и управления перспективными широкополосными сетями 5G—основное направление исследований лаб. № 69. В рамках теоретических исследований был разработан комплекс новых моделей, алгоритмов и программ теории очередей с коррелированными входными потоками для оценки производительности компьютерных сетей 5G. Последние научные результаты лаборатории нашли отражение в монографии В.М. Вишневский, А.Н. Дудин. Стохастические системы с коррелированными потоками. Теория и применение в телекоммуникационных сетях. – М.: Техносфера, 2018, 563 с. Книга переведена на английский язык и опубликована издательством Springer International Publishing в 2020 году. В 2022 году опубликована книга Вишневский В.М., Рыков В.В., Козырев Д.В., Иванова Н.М. Моделирование надёжности привязных высотных беспилотных телекоммуникационных платформ. М.: Техносфера, 2022. – 194 с. Книга также переведена на английский язык и опубликована издательством Springer International Publishing в 2023 году.

## Направления перспективных сетевых разработок лаборатории 69

Разрабатываются сверхвысокоскоростные, самоорганизующиеся сети миллиметрового диапазона радиоволн (71-76 ГГц, 81-86 ГГц) и гибридные сети на базе лазерной и радиотехнологий. Важным направлением работ лаборатории является также разработка нового поколения систем управления безопасностью интеллектуальными транспортными системами с использованием RFID-технологий и новейших беспроводных средств. Решением Правительства РФ в ближайшие годы предполагается создание опытных зон этой системы в городах: Москва, Санкт-Петербург и Казань.

Ведутся разработки привязных высотных, беспилотных, телекоммуникационных платформ, не имеющих мировых аналогов.



**Демонстрация аппаратуры системы безопасности на автодорогах с использованием RFID-технологии и беспроводной связи. На выставке в г. Казань (2022г.)**





**Испытание разработанной системы безопасности на автодорогах. (Центральная кольцевая автодорога, 2021г.)**





**Мобильный робототехнический комплекс на базе привязной высотной беспилотной платформы «Альбатрос»**





**Демонстрация комплекса «Альбатрос» на  
Международном форуме «Армия-2020»**

## **Сотрудничество с зарубежными странами**

В рамках проведения научных и практических работ в области широкополосных беспроводных сетей нового пятого поколения (5G) лаборатория активно сотрудничает с ведущими зарубежными научными коллективами, включая: научную группу из США, возглавляемую проф. С. Чакраварти (Университет Кеттеринг); научную группу из Англии, возглавляемую проф. Д. Грейсом (Университет г. Йорк); научную группу из Индии, возглавляемую проф. А. Кришнамурти (Университет г. Кочин); научную группу из Кореи, возглавляемую проф. Б.Д. Чои (Университет г. Сеул) и ряд других научных коллективов из университетов Венгрии, Болгарии и Белоруссии.

## Международные конференции лаборатории 69

Лаборатория является организатором ежегодной международной конференции Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications (DCCN). В 25-й конференции IEEE DCCN-2022, прошедшей в г. Москве в сентябре 2022 г., приняли участие более 250 ведущих ученых в области компьютерных сетей из 22 стран мира.

Обсуждение технических средств управления осуществляется на ежегодной международной конференции «International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT)» проводимой на базе Астраханского технического университета.

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ**