



НАУКА И ТЕХНИКА

№5 (32)
2026

ISSN 2949-4427



**В Гималаях людям
и другим животным
начал угрожать новый
с. 8 хищник**



НАУКА и ТЕХНИКА

В ЦИФРОВОМ ФОРМАТЕ



ЦИФРОВАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА
РЕДАКЦИОННЫЙ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
www.nauka-tehnika.rf
(подписка и отдельные номера)

Читайте в приложениях для мобильных устройств:

PRESSA.RU • Строки • Kiozk

www.nauka-tehnika.rf

e-mail: izd-naukatehnika@yandex.ru

В НОМЕРЕ:

Чем отличаются сети 4G от 5G.....	5
В Гималаях людям и другим животным начал угрожать новый хищник....	8
Япония успешно испытала прямоточный воздушно-реактивный двигатель для гиперзвуковых летательных аппаратов.....	10
Геосинтетика сделала дороги прочнее.....	12



ISSN 2949-4427

№5(32)

НАУКА и ТЕХНИКА

М А Й

Журнал основан в 2023 г.

2026

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

ОТ РЕДАКЦИИ

«Наука и техника» — научно-популярный журнал широкого профиля. Люди с техническим складом ума не только найдут здесь полезную информацию о достижениях авиации, кораблестроения, покорении космоса, но также смогут расширить свой кругозор в области естественных и гуманитарных наук. Гуманитариям, в свою очередь, будет интересно получить представление о разных направлениях технической мысли. Мы стараемся поддерживать традиции тех замечательных научно-популярных журналов, на которых воспитывалось старшее поколение: «Знание — сила», «Наука и жизнь», «Юный техник», «Химия и жизнь» и... старая «Наука и техника». Прямой преемственности между нами нет, но мы вдохновляемся лучшими образцами прошлого и будим вносить и что-то новое, соответствующее духу времени. Расскажем о сложных научно-технических проблемах интересно и понятно. Научно-популярный журнал «Наука и техника» ждет своих читателей. На нашем сайте <https://наукатехника.рф> можно найти дополнительные материалы и информацию, а на сайте <https://наука-техника.рф> электронную версию печатного издания и информацию о подписке на бумажную и электронную версии. Приятного чтения!

ЧЕМ ОТЛИЧАЮТСЯ СЕТИ 4G ОТ 5G

Современная мобильная связь постоянно развивается, и операторы внедряют все новые поколения сетей. 30 марта для миллионов российских пользователей из Москвы, Санкт-Петербурга и Новосибирска началась новая цифровая эра. Абоненты из этих городов получили возможность протестировать связь 5G. Однако многие пользователи до сих пор не понимают, в чем принципиальная разница между поколениями — 4G и 5G. Ученый Пермского Политеха объясняет, что именно изменилось по сравнению с 4G и как это влияет на качество и доступность мобильного интернета.

Мобильная связь — это система беспроводной передачи голоса, текстовых сообщений, видео и других данных между абонентами, которые могут перемещаться в пространстве. В отличие от проводного телефона или радиосвязи, здесь не требуется постоянного проводного подключения к сети: сигнал передается по радиоканалам через систему стационарных базовых станций, объединенных в сотовую структуру.

— Многие считают, что вышки сотовой связи передают данные наших смартфонов другим людям, однако это совсем не так. Сами станции являются лишь ретрансляторами — мобильное устройство посылает электромагнитный сигнал к самой близкой из них. Та, в свою очередь, переправляет эти данные либо на соседние вышки, либо через спутник в космосе, чтобы в конечном счете они попал к тому абоненту, для которого предназначен. Скорость, с которой идет обмен информацией, напрямую связана с частотой сигнала: чем частота выше, тем больше данных удастся передать за единицу времени, но тем короче дистанция уверенного приема, — делится доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы» ПНИПУ, кандидат технических наук Даниил Курушин.

Как продолжает эксперт, технологии мобильной коммуникации постоянно совершенствуются. Каждое следующее поколение, которое обозначается буквой G (от английского generation) и цифрой (от 0 до 5), приносит более высокую скорость и расширенные возможности. Переход на новое поколение достигается за счет подъема несущей частоты — по сути, переход на «высокоскоростную полосу» радиовещания. Чем выше диапазон, тем больше данных в секунду можно пере-

дать. Однако у этого есть обратная сторона: высокочастотные сигналы заметно слабее проникают сквозь стены зданий, особенно металлические и бетонные. Компенсировать этот недостаток можно только увеличением количества передающих станций и сокращением расстояний между ними.

— Особый интерес сегодня вызывают два последних поколения — четвертое и пятое, поскольку именно они определяют качество мобильного интернета и перспективы цифровых сервисов. Чтобы понять, чем 5G превосходит 4G, а в чем уступает, достаточно сравнить их по ключевым параметрам, — поясняет ученый ПНИПУ.

Как отмечает Даниил Курушин, чтобы оценить, насколько 5G быстрее 4G в повседневном использовании, стоит сравнить не обещанные гигабиты в секунду, а реальные показатели, которые пользователь получает на улице, внутри помещений и в транспорте.

По словам эксперта, у пятого поколения есть важная особенность: чем выше частота, тем быстрее передаются данные, но тем хуже сигнал проходит через препятствия. Самый скоростной вариант, который называют mmWave, легко блокируют обычные стены и даже некоторые виды стекол, тогда как низкочастотный 5G ведет себя примерно как 4G — он медленнее, зато уверенно проникает внутрь зданий. В движении 4G остается стабильным до 350 км/ч, а 5G — до 500 км/ч, но на практике в автомобиле или поезде разница в скоростях почти не ощущается, потому что телефон слишком часто переключается между вышками. Кроме того, возможны сбои при переходе с одного диапазона на другой: устройство постоянно ищет лучший сигнал и прыгает, например, с высокочастотного mmWave на более низкие частоты. В услови-

ях нестабильного приема такие переключения происходят непрерывно, что создает так называемые накладные расходы — задержки и дополнительную нагрузку, из-за чего батарея садится быстрее обычного.

— Четвертое и пятое поколения мобильной связи обещают впечатляющие теоретические максимумы — 1 Гбит/с и 20 Гбит/с соответственно. На улице реальная скорость 4G обычно составляет 10-100 Мбит/с, что вполне достаточно для просмотра 4K-видео и выполнения большинства повседневных задач. 5G предлагает от 50-150 Мбит/с до 1-3 Гбит/с. На открытой улице, где как раз работают подобные волны, 5G быстрее 4G в 10-20 раз. Однако в обычных городских условиях это преимущество сокращается до 2-3 раз. При слабом сигнале скорости обоих поколений становятся одинаковыми, — продолжает ученый ПНИПУ.

Как продолжает ученый ПНИПУ Даниил Курушин, высокая скорость — не единственное, что отличает новое поколение связи. Не менее важным параметром является пинг (ping), то есть время отклика. Именно он определяет, насколько быстро устройство реагирует на команды.

— Пинг представляет собой время, за которое сигнал идет от вашего устройства до сервера и обратно. У 4G хороший пинг составляет 20-50 мс — для большинства повседневных задач этого достаточно. Однако для динамичных онлайн-игр, видеозвонков, удаленного управления техникой, телемедицины и промышленной автоматизации такие значения критичны. 5G с показателем 1-5 мс дает здесь явное преимущество. Чем ниже пинг, тем быстрее отклик системы и тем комфортнее работа в реальном времени. Пятое поколение лучше в этом отношении, но исследования 2025 года показывают, что в реальных сетях преимущество не всегда заметно из-за недостаточной плотности вышек или ограничений самих телефонов, — объясняет эксперт.

Еще одно принципиальное отличие между поколениями кроется в используемых частотах радиосигнала — количестве колебаний волны в секунду. Чем показатель выше, тем быстрее скорость, но тем легче сигнал затухает в пространстве и хуже огибает препятствия — стены, деревья, здания. Сети четвертого поколения работают в диапазоне 0,7-2,5 ГГц. Такие частоты хорошо обходят преграды, обеспечивая дальнюю связь, но не могут удерживать высокую скорость — так работает физика процесса.

— У 5G три диапазона, и каждый решает свою задачу. Первый — низкий, до 1 ГГц,

который дает такую же дальнюю связь, как у 4G, но скорость здесь незначительно выше. Он подходит для слабо заселенных, удаленных или горных районов, где трудно строить много вышек. Средний (1-6 ГГц) — золотая середина между скоростью и дальностью: в России для пятого поколения операторам разрешили работать на частоте около 4,9 ГГц. И высокий (миллиметровые волны, 24-300 ГГц) предлагает огромную скорость, но требует прямой видимости и годится для мест с высокой плотностью пользователей — городские районы, стадионы, — объясняет эксперт.

По словам Даниила Курушина, высокие частоты — это и плюс, и минус. С одной стороны, они обеспечивают высокую скорость передачи данных и возможность обслуживания большого количества устройств. С другой — они имеют ограниченную дальность и плохо проходят сквозь препятствия.

— Чем выше частота, тем меньше радиус действия одной станции, а значит, для сплошного сигнала требуется больше вышек. В цифрах это выглядит так: базовая станция 4G покрывает 2-5 километров, а станция 5G в высокочастотном диапазоне — всего 200-500 метров. Такое распределение вышек обусловлено физическими свойствами высокочастотных волн, которые быстро затухают и требуют более плотной сетки базовых станций для поддержания стабильного сигнала, — подчеркивает ученый Пермского Политеха.

Как продолжает Даниил Курушин, решить проблему малой дальности позволили мини-вышки — Small Cells — компактные базовые станции, размещаемые на столбах, стенах домов или внутри торговых центров. Если базовая станция 4G покрывает расстояние до 5 километров, то станция 5G в высокочастотном диапазоне — всего 200-500 метров. Поэтому в прошлом поколении большие вышки сами обеспечивали связь на километры, и мини-вышки требовались лишь в местах скопления людей (стадионы, вокзалы). В 5G из-за высоких частот сигнал не пробивается через застройку, поэтому сеть строится из множества маленьких ячеек — мини-вышки не заменяют большие станции полностью, а дополняют их, создавая плотное покрытие в городах. Каждая такая ячейка работает «на свою комнату», подобно точкам доступа Wi-Fi.

— Стоит сказать, что не только мини-вышки, но и две новые технологии обеспечивают сети пятого поколения стабильную работу. Первая — Massive MIMO (много антенн). Если в 4G на базовой станции устанавливали 2-4 антенны, то в 5G их число

достигает десятков, а иногда 64-128. Это как переход от одной кассы к пятидесяти — станция может одновременно «разговаривать» с множеством телефонов без очередей, что повышает производительность сети. Вторая — Beamforming (умная фокусировка). В отличие от вышек четвертого поколения, которые излучают сигнал во все стороны, 5G работает как прожектор или луч: система отслеживает местоположение телефона и направляет сигнал точно на него. Это экономит энергию, увеличивает скорость и снижает помехи для соседних устройств, — рассказывает ученый.

Как отмечает эксперт, сеть 4G способна поддерживать до 100 000 устройств на квадратный километр, в то время как 5G — до миллиона. Концепция «умных городов» предполагает интеграцию различных технологий для повышения качества жизни горожан: датчики парковки, счетчики воды, умные фонари, камеры, колонки на каждом шагу. Именно благодаря мини-вышкам, массовому MIMO и направленной фокусировке сигнала все три технологии вместе позволяют 5G работать на высоких частотах, обеспечивая гигабитные скорости и обслуживание до миллиона устройств на квадратный километр без потери стабильности.

С новым поколением сетей, их скоростью и сверхнизкой задержкой, связывают дистанционное управление автомобилями, удаленные хирургические операции, полностью автоматизированные заводы и облачные игры. Однако, как поясняет эксперт, реальность сложнее.

— Полностью автономным автомобилям интернет не нужен, но современные автопилоты используют удаленное управление и внешние вычислители — здесь требуется пинг около 1 мс, например, чтобы успеть затормозить. Дистанционная хирургия технически возможна, но спорна — массовая подготовка хирургов надежнее, особенно при катастрофах, когда любая связь может отсутствовать. Заводы-роботы, так называемая Индустрия 4.0, получают беспроводную связь без задержек, что позволяет гибко перестраивать производство — 5G дает эту возможность там, где оптоволокно проложить невозможно или дорого, — отмечает ученый ПНИПУ.

Как продолжает Даниил Курушин, практически значимый пример — «электронная сцепка» грузовиков: первый задает скорость и направление, остальные едут с минимальной дистанцией, синхронно ускоряясь и тормозя. Это экономит топливо и разгружает трассы. Специальный стандарт 5G NR-V2X (New Radio Vehicle-to-Everything) обеспе-

чивает прямую связь «машина-машина» с небольшой задержкой — то, что 4G дать не могла.

С одной стороны, по словам ученого, специализированные программы для измерения производительности сети показывают заметные улучшения, с другой — в реальной жизни все не так однозначно. Обычные пользователи могут не ощутить существенной разницы в своих повседневных делах — при просмотре соцсетей, видеохостингов, мессенджеров и при оплате улыбкой.

— Тем не менее, есть ситуации, когда преимущества 5G становятся очевидными. Например, объем тяжелых файлов — обновлений программного обеспечения, игр или операционных систем — достигает десятков гигабайт. На их скачивание обычно уходят часы, однако новое поколение сети справляется с этим за минуты. Также разница будет заметна при игре в шутеры с телефона или использовании VR-очков, где требуется высокая скорость и стабильность соединения. Кроме того, 5G может оказаться более надежным выбором для тех, кто находится в центре огромной толпы — на концерте или стадионе, где сеть 4G часто перегружена и работает нестабильно, — рассказывает ученый ПНИПУ.

В настоящее время развитие сетей пятого поколения является одним из приоритетных направлений для многих стран мира. Россия также ведет работы по внедрению 5G на территории всей страны.

— В некоторых городах уже проводятся пилотные проекты. Среди них можно выделить Москву — улицы Никольская, Кузнецкий мост, Парк Горького, ВДНХ, «Москва-Сити», «Сколково» и «Зарядье». В Санкт-Петербурге — Дворцовая площадь, «Газпром Арена», «Экспофорум» и Кронштадт. В Казани — КамАЗ и Иннополис. А также в таких городах, как Екатеринбург, Томск и Новосибирск, — делится ученый.

Естественно, как заключает ученый Пермского Политеха Даниил Курушин, на данный момент ведутся активные разработки в области телекоммуникаций, и можно сказать, что физический предел пока не достигнут — по крайней мере, в ближайшие два десятилетия нас ждут новые прорывы. Однако для рядового пользователя главное уже сегодня: 5G дает ощутимый выигрыш в скорости при скачивании больших файлов, в играх и в местах скопления людей, открывая новые возможности для комфортного использования мобильного интернета.

Источник: naked-science.ru / ПНИПУ

В ГИМАЛАЯХ ЛЮДЯМ И ДРУГИМ ЖИВОТНЫМ НАЧАЛ УГРОЖАТЬ НОВЫЙ ХИЩНИК

В высокогорных районах Гималаев появился новый хищник. Он не боится людей, возглавляет стаи собак и все чаще заходит в деревни. Местные жители называют его «кхипшанг». Речь идет о гибриде гималайского волка и бродячей собаки. Ученые опасаются, что этот зверь изменит хрупкий баланс местной дикой природы и в скором времени станет весьма опасным для человека.

Гималайский волк (*Canis lupus chanco*) — древняя генетически обособленная линия серого волка (*Canis lupus*), которая встречается на Тибетском плато и в Гималаях. Эти животные прекрасно приспособи-

бились к жизни в высокогорных районах в условиях нехватки кислорода, сильного холода и малого количества пищи. Они легко перемещаются по снегу и выдерживают экстремальный климат.



Фото: Гибрид, известный как кхипшанг, крупнее собаки, но меньше волка / © Morup Namgail

Однако сегодня их среда обитания быстро меняется. Горные регионы по всему миру нагреваются быстрее, чем прилега-

ющие низменности. К этому добавилась стремительная урбанизация: с ростом городов увеличивается количество мусора, что

привлекает диких животных, которые из-за этого все чаще сталкиваются с людьми и бездомными животными.

Один из самых показательных примеров такого процесса — высокогорный регион Ладакх в западной части Гималаев. Там обитает всего несколько сотен гималайских волков и насчитывается порядка 25 тысяч бездомных собак, которые сбиваются в стаи и уходят в горы, где охотятся на ту же добычу, что и гималайские волки. Теперь эти животные стали скрещиваться между собой. В результате появился новый хищник, которого местные жители называли «кхипшанг».

На ладакхском языке «кхи» означает собаку, а «шанг» — волка. О необычном звере рассказал директор природоохранной организации Snow Leopard Conservancy India Trust Цеванг Намгайл (Tsewang Namgail), его слова приводят журналисты научно-популярного журнала New Scientist.

Гибрид крупнее собаки, но мельче волка. У него рыжевато-песочный окрас, а поведение заметно отличается от собачьего. Кхипшанг возглавляет стаи собак и, что самое тревожное, не боится человека.

Именно это вызывает беспокойство у ученых. Ладакхский натуралист и режиссер Мохаммад Имран (Mohammad Imran) отметил, что кхипшанг сочетает черты обоих животных: охотничьи инстинкты волка и отсутствие страха перед человеком, характерное для собак. Такая комбинация делает животное особенно опасным.

Новый хищник заходит в деревни и убивает домашний скот, а также нападает на людей. Специалисты опасаются, что вскоре число таких нападений будет только увеличиваться.

Ученые связывают ухудшение ситуации именно с ростом популяции гибридов, которые стали активно появляться в последние пять лет. Сейчас на территории индийского Ладакха площадь почти 60 тысяч квадратных километров, по самым скромным оценкам, насчитывается порядка 80 кхипшангов.

Хотя гибридов пока немного, они уже представляют серьезную опасность. Когда волки начинают скрещиваться с собаками, их потомство получает смешанные гены. Из-за этого гималайских волков становится меньше. Постепенно животные теряют особенности, которые отличали их от других волков и помогали жить в высокогорье. Если процесс продолжится, со временем чистокровные гималайские волки могут полностью исчез-

нуть. Проще говоря, исследователи опасаются, что кхипшанги будут вытеснять волков и других хищников.

Почему же в этом регионе так много бродячих собак? Несмотря на действующие в Индии программы стерилизации и вакцинации бездомных животных, в Ладакхе проблему пока не удастся взять под контроль. Свою роль играют труднодоступный горный рельеф, нехватка ресурсов и буддистские традиции, связанные с бережным отношением к живым существам.

Кроме того, свою лепту внесли и войны. Долгие годы регион оставался зоной приграничных конфликтов, поэтому собак использовали как своеобразную «систему оповещения» — лай предупреждал солдат об опасности. Военнослужащие регулярно подкармливали собак, отчего их количество только увеличивалось.

Но такое доброе отношение ударило по другим животным. Безнадзорные собаки могут быть переносчиками бешенства и чумки. Ученые считают, что именно из-за этих инфекций в регионе постепенно сокращается численность лисиц и других животных.

Ситуация в Ладакхе отчасти напоминает процессы, которые ранее наблюдались в Италии и Северной Америке, где дикие волки все чаще скрещиваются с домашними и одичавшими собаками. В Северной Америке дополнительной проблемой стало смешение красных и восточных волков с койотами, что осложняет сохранение этих популяций.

Охотник и зверолов Картер Нимайер, который участвовал в переселении канадских волков в Йеллоустоун и Айдахо в 1990-х годах, считает, что бесконтрольную гибридизацию этих животных нельзя допускать, поскольку она угрожает сохранению диких популяций волков.

Что будет дальше — никто не знает. Систематических исследований кхипшангов пока мало. Ученые располагают лишь немногочисленными данными, касательно этого гибрида. Но ясно одно: новый хищник символизирует стремительные перемены в горах Ладакха. Волки учатся и передают поведенческие модели внутри стаи через наблюдение и совместную охоту. Намгайл опасается, что кхипшанги, доминируя в собачьих стаях, могут передать волчьим охотничьи навыки бродячим собакам, что делает их более опасными для человека. В будущем это усилит конфликт между людьми и животными в регионе.

Источник: naked-science.ru

Автор: Игорь Байдов

ЯПОНИЯ УСПЕШНО ИСПЫТАЛА ПРЯМОТОЧНЫЙ ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA) успешно провело наземные испытания прямоточного воздушно-реактивного двигателя, предназначенного для экспериментального гиперзвукового самолета. Это стало важным шагом в развитии японских программ гиперзвукового транспорта и много-разовых космических систем.



Фото: Художественное изображение экспериментального гиперзвукового самолета / © JAXA

Испытания прошли в рамках совместного исследовательского проекта с участием специалистов из Университета Васэда, Токийского университета и Университета Кэйо. Основная цель программы — создание технологий интегрированного управления планером и двигательной установкой для гиперзвуковых аппаратов.

Экспериментальный летательный аппарат разместили в испытательном комплексе

прямоточных двигателей в космическом центре Какуда, где были смоделированы условия полета на скорости примерно в пять раз превышающей скорость звука.

Во время эксперимента специалисты проверили эффективность тепловой защиты, работу управляющих поверхностей и характеристики горения в прямоточном двигателе при экстремальных гиперзвуковых нагрузках.

На таких скоростях температура вокруг корпуса аппарата может достигать около 1 000 градусов Цельсия. Несмотря на это, по данным JAXA, теплозащитная конструкция смогла сохранить внутри аппарата температуру, близкую к нормальной, что позволило электронике и системам управления функционировать без сбоев на протяжении всего теста.

Инженеры также исследовали распределение температуры по поверхности корпуса, чтобы проверить методы расчета тепловых нагрузок, критически важных для будущих гиперзвуковых аппаратов.

Дополнительно ученые измеряли температурное распределение выхлопа водородного прямоточного двигателя, собирая данные о возможном экологическом воздействии перспективных гиперзвуковых силовых установок.

Следующим этапом программы может стать настоящий гиперзвуковой полет: экспериментальный аппарат планируют установить на исследовательскую ракету или аналогичную пусковую платформу для демонстрации возможностей в реальных условиях.

Источник: naked-science.ru

ГЕОСИНТЕТИКА СДЕЛАЛА ДОРОГИ ПРОЧНЕЕ

Лесовозные дороги сегодня важны для вывозки сырья и связи между удаленными территориями. Однако из-за слабых грунтов, сурового климата и высоких нагрузок от тяжелой техники они быстро разрушаются. Традиционно их строят из щебня и песка, но на переувлажненной или промерзающей земле такие конструкции деформируются и требуют частых ремонтов. Поэтому для укрепления дорог все чаще применяют геосинтетические материалы — полимерные прослойки, которые удерживают полотно от сдвига и отводят воду.

Проблема в том, что действующие российские нормативы учитывают их влияние лишь усредненно, что не позволяет точно спрогнозировать поведение дороги на конкретном грунте. В итоге проектировщики либо закладывают избыточные слои материалов, либо недооценивают нагрузки и получают недолговечную конструкцию. Ученые Пермского Политеха впервые в России разработали методику количественной оценки влияния геосинтетики на прочность путей. Она позволяет заранее рассчитывать, во сколько раз вырастет устойчивость дороги в зависимости от типа грунта и жесткости прослойки. Это поможет не только сократить затраты, но и строить более надежные конструкции даже в сложных природных условиях.

По всей России — от северных таежных регионов до Дальнего Востока — проложены десятки тысяч километров дорог. Среди них значительную часть занимают лесовозные: они связывают удаленные, труднодоступные территории с транспортной сетью, обеспечивая вывозку древесины, доставку грузов, а иногда — единственную связь населенных пунктов с «большой землей».

Однако строительство и содержание таких дорог сопряжены с серьезными инженерными трудностями. Эти пути ежедневно подвергаются большим нагрузкам от тяжелой техники и работают в условиях сурового климата (перепады температур, промерзание и оттаивание грунта). Лесовозные дороги часто приходится строить на слабых грунтах (глинах, суглинках, супесях), то есть рыхлых и неустойчивых. При этом в Рос-

сии они встречаются повсеместно, занимая, по оценкам специалистов, значительную часть территории страны (не менее 60%). Это значит, что такие дороги быстро разрушаются, требуют частых ремонтов, приводят к простоям техники и росту затрат на вывозку древесины.

Лесовозные пути традиционно строят из доступных сыпучих материалов: щебень, гравий, песок. Эти материалы действительно упрочняют дорожную конструкцию: создают жесткое покрытие, распределяющее нагрузку от колес, отводят воду и упрочняют основание. В комбинации друг с другом они образуют классическую дорожную одежду, которая давно используется на лесных дорогах.

Однако в сложных условиях даже качественные щебень и песок перестают быть полностью эффективными. Под тяжелой техникой слои грунта начинают смешиваться, вода задерживается в конструкции и при замерзании разрушает ее изнутри. В связи с этим сегодня все чаще применяют геосинтетические армирующие материалы. Это тонкие, но очень прочные полотна на основе полимеров, которые укладываются между слоями дорожной одежды.

В отличие от традиционных материалов, геосинтетика удерживает полотно от сдвига, отводит воду и не дает щебню, песку и глине перемешиваться. Это позволяет дороге оставаться прочной и устойчивой даже на слабых грунтах. В некоторых случаях — на болотистых или сильно переувлажненных участках — использование геосинтетики становится единственным технически возможным способом построить дорогу.

Кроме того, они гораздо дольше служат: обычную лесовозную дорогу из одного щебня приходится ремонтировать в среднем до четырех раз в год. При этом конструкция с геосинтетической прослойкой может прослужить от трех до пяти лет без восстановительных работ. За счет этого снижаются затраты на постоянные восстановительные работы, требуется меньше материалов, а значит, содержание транспортных путей обходится значительно дешевле.

Проблема в том, что действующие российские нормативы по проектированию лесных дорог, то есть цифры, которые закладываются в инженерные расчеты, учитывают влияние геосинтетики очень усредненно. В результате специалисты не могут точно спрогнозировать, как поведет себя дорога на конкретном грунте. Это приводит к тому, что они либо перестраховываются и закладывают избыточные слои материала, либо недооценивают прочность и получают конструкцию, которая быстро разрушается. В обоих случаях это ведет к лишним затратам и созданию недостаточно долговечных дорог.

Ученые Пермского Политеха впервые в России разработали методику оценки влияния геосинтетических материалов на прочность лесовозных путей. Она позволяет количественно определить, как именно армирующая прослойка меняет сдвигоустойчивость и деформацию полотна. Исследование уникально для России и впервые позволяет уточнить отечественные нормативы. Статья опубликована в журнале «Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование». Исследование проведено в рамках программы «Приоритет 2030».

Чтобы изучить поведение конструкции под нагрузкой, не строя реальную дорогу, ученые построили ее цифровую модель. Верхний слой (покрытие) — щебень, а нижний (основание) — песок. Именно такое двухслойное покрытие сегодня проектируется чаще всего. В качестве грунта рассмотрели три самых распространенных типа: супесь, суглинок и глина.

Один из важнейших факторов, влияющих на долговечность дороги, — это нагрузка от техники. Именно она продавливает основание и заставляет слои смещаться. Поэтому исследователи добавили в модель нагрузку, которая в среднем действует на покрытие от тяжелого лесовоза. Это нужно, чтобы результаты моделирования можно было напрямую переносить на реальные дороги.

Затем ученые добавили главный элемент — геосинтетическую прослойку. Ее поместили между песчаным основанием и слабым грунтом, поскольку именно там под нагрузкой происходит самое опасное смещение слоев. Исследователи рассмотрели два типа материала: более мягкий и более жесткий. Это позволит не только оценить сам факт армирования, но и понять, насколько сильно такие характеристики влияют на прочность дороги.

Модель создана в стандартном инженерном комплексе, который давно используют для расчета дорог. Она работает следующим образом: специалист задает исходные параметры — тип грунта, тип геосинтетики, нагрузку от техники. Далее модель рассчитывает, как поведет себя каждый слой дороги: насколько сместится, где возникнут самые опасные напряжения, как быстро конструкция начнет разрушаться. При этом инженер может менять любой параметр и увидеть, как изменится результат.

— При проверке модели мы меняли тип грунта (супесь, суглинок, глина) и вид геосинтетики. В процессе мы смотрели на два главных показателя: сдвигоустойчивость — то есть способность дороги не расползаться в стороны, и упругий прогиб — то есть насколько она проседает под реальной нагрузкой. Модель выдает результаты в виде коэффициентов — чисел, которые показывают, во сколько раз геосинтетика повышает свойства дороги по сравнению с обычной конструкцией, — отметил Владимир Клевеко, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильные дороги и мосты» ПНИПУ.

Моделирование показало, что сдвигоустойчивость при применении прослойки в зависимости от типа грунта выросла в два-пять раз. Наибольший эффект зафиксировали на суглинке, который наиболее склонен к набуханию и потере устойчивости при увлажнении. При этом прогиб полотна уменьшился на 2%. Это значит, что прослойка более эффективна для укрепления против сдвига слоев.

Также ученый сравнил два типа геосинтетики. Более жесткий материал оказался эффективнее на 33%. Это значит, что чем прочнее прослойка, тем лучше она держит дорогу при любом типе грунта.

Результаты исследования можно использовать при проектировании лесовозных дорог. Теперь инженеры могут опираться на точные данные: для конкретного грунта и типа материала они могут заранее узнать, во сколько раз вырастет сдвигоустойчивость.

● НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Это позволит оптимизировать затраты — применить более жесткую прослойку там, где это действительно нужно, а также не закладывать избыточные слои дорогостоящих материалов.

Особенно это актуально для регионов со слабыми грунтами, холодным климатом

и высокой влажностью — там, где дороги разрушаются быстрее. Предложенная методика позволяет строить более устойчивые конструкции в таких условиях и делает удаленные территории доступнее для развития транспортной сети.

Источник: naked-science.ru/ПНИПУ

НАУКА И ТЕХНИКА

Ежемесячный научно-популярный электронный журнал

Главный редактор: А.П. СОКОЛОВ

Редактор: А. ДОЛБИН

Дизайн и верстка: А. ВОРОБЬЕВ

Администратор сайта: И. ГОЛДОБИН

Информационное партнерство; Служба распространения; Служба рекламы:

А. СОКОЛОВ, тел. (951) 730-75-75

Информация об условиях размещения рекламы: www.naukatehnika.ru

Адрес редакции: 160033, г. Вологда, ул. Текстильщиков, д. 20 А, оф. 1. Адрес для переписки:

111033, г. Москва, ул. Волочаевская, д. 8, кв. 16 Телефон для справок: (951) 730-75-75.

Электронная почта: izd-naukatehnika@yandex.ru.

Электронная версия печатного журнала: www.nauka-tehnika.ru

Ответственность за точность и содержание рекламных материалов несут рекламодатели

Перепечатка материалов – только с разрешения редакции

Рукописи не рецензируются и не возвращаются

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов

Авторы опубликованных в журнале материалов несут ответственность за точность приведенных фактов, а также за использование сведений, не подлежащих открытой печати.

© «Наука и Техника», май, 2026

Учредитель: Общество с ограниченной ответственностью

«Университет дополнительного профессионального образования»

генеральный директор: СОКОЛОВ АЛЕКСЕЙ ПАВЛОВИЧ, тел. (951) 730-75-75.

Адрес: 160033, г. Вологда, ул. Текстильщиков, д. 20 А, оф. 1

Издатель: Общество с ограниченной ответственностью

«Университет дополнительного профессионального образования»

генеральный директор: СОКОЛОВ АЛЕКСЕЙ ПАВЛОВИЧ, тел. (951) 730-75-75.

Адрес: 160033, г. Вологда, ул. Текстильщиков, д. 20 А, оф. 1

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. ISSN 2949-4427. Регистрационный номер и дата принятия решения о регистрации серия ЭЛ №ФС77-85742 от 03 августа 2023 г.

Выход в свет 30.05.2026

К сведению авторов!

Материалы для публикации в журнале «Наука и Техника» присылайте на электронную почту: izd-naukatehnika@yandex.ru