

● ПРОЕКТЫ ХХI ВЕКА

О СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЯ НА ОСТРОВ САХАЛИН

- ХОРОШИЕ ИДЕИ НЕ УМИРАЮТ.
- ПРИРОДА НЕ ПОСКУПИЛАСЬ НА ТРУДНОСТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЕЙ.
- УСПЕХ БУДЕТ РЕШАТЬ НОВЕЙШАЯ ТЕХНОЛОГИЯ.
- В БУДУЩЕМ — ЦЕПОЧКА ТОННЕЛЕЙ, СВЯЗЫВАЮЩИХ ЕВРАЗИЮ, АМЕРИКУ, АФРИКУ.

Г. ОСТРОУМОВ, корреспондент журнала «Наука и жизнь».

Европейцы открыли для себя Сахалин в XVII веке. Это были казаки из отряда И. Москвитина. В конце XVIII века в тамошних водах плавал французский мореход Ж. Лаперуз. Двигаясь на север Татарским проливом, он обнаружил, что пролив становится все мельче, возникла опасность посадить парусники на мель. Отсутствие морского течения вроде бы говорило, что отмель кончается перешейком, соединяющим Сахалин с материком. В этом француза утвердили и беседы с местными жителями — гиляками, — по-видимому, неправильно понятые членами экспедиции. Предположение о том, что Сахалин — полуостров, подтвердил и побывавший в этих водах англичанин В. Браутон. Его экспедиция продви-

нулась дальше на север, чем корабли Лаперуза, и тоже наткнулась на мели.

Точно так же ошибся и И. Круzenштерн. Он решил пройти из Охотского моря на юг вдоль западного берега Сахалина, но тоже был вынужден повернуть обратно — путь преграждали мели. «Дальше будет перешеек», — решил Круzenштерн. Только в 1849 году Г. Невельской, начав свой поход с севера, из Охотского моря, прошел вдоль всего западного побережья Сахалина. Экспедиция двигалась осторожно, впереди кораблей шли шлюпки. В своей правоте Г. Невельской убедился, когда в Татарском проливе достиг широты, на которой уже побывал Лаперуз.

Рапорт, посланный в Петербург, принес отважному мореходу одни неприятности. Столичное начальство не поверило Невельскому: он оспаривал мнение трех знаменитых мореплавателей — Лаперуза, Браутона и Круzenштерна. Ему грозило разжалование, и тут спас его от чиновников сам царь, Николай I. Он нашел поступок Невельского «молодецким, благородным и патриотическим».

НУЖДЫ ОСТРОВА

Остров, населенный немногочисленными племенами айнов, гиляков (теперь это их название — нивхи), эвенков, был (с конца 1860-х до 1906 года) местом ссылки каторжан. Теперь это интенсивно развивающаяся промышленная область. Она дает до 12 процентов валовой продукции Дальнего Востока.

На первом месте здесь рыбный промысел, затем лесная и деревообрабатывающая промышленность, изготавливается бумага и целлюлоза. Разрабатываются найденные на Сахалине угольные запасы.

Особое место в хозяйственной жизни острова занимает добыча нефти и газа. Запасы

◀ Геологи на Сахалине.

◀ Карта-схема района близ пролива Невельского, где предполагается строительство тоннеля.

их, особенно после открытия месторождений на шельфе Охотского моря, выдвигают Сахалин на ведущее место в энергетике Дальнего Востока. Запасы нефти и газа весьма значительны, не случайно иностранные кампании охотно вкладывают свой капитал для ускорения освоения этих богатств. Пока еще только единицы морских скважин дают драгоценное топливо.

Открывающиеся перспективы развития добывающей и перерабатывающей промышленности Сахалина требуют не просто денежных вложений. На остров надо привезти многие тысячи тонн металла, строительных материалов, станки, электрооборудование — словом, все, в чем нуждается индустрия острова, бурный рост которой несомненен.

Нынешние транспортные связи острова с материком не удовлетворяют уже сегодняшние потребности Сахалина. Нефтепровод, построенный во время последней мировой войны с северного Сахалина до Комсомольска-на-Амуре, в нынешнее время тоже уже не может решить всех возлагаемых на него задач.

Все, что, кроме нефти, вывозят с Сахалина и ввозят туда с материка, следует главным образом на судах и паромах, пересекающих Татарский пролив. Такая связь с островом заключает в себе немало неудобств и экономического, и организационного характера. В портах — и на материке, и на острове — происходит перевалка грузов из вагонов в трюмы судов (и наоборот). Нужны большие склады, развитое крановое хозяйство, и, конечно, эта работа требует и людей и времени. Зимой Татарский пролив замерзает, значит, для проводки судов нужны ледоколы.

Словом, для Дальнего Востока и острова Сахалин, для стимулирования их экономического и социального развития необходимо создать устойчивую круглогодичную транспортную связь между материком и островом. И, как мы увидим далее, в выигрыше окажется не только остров, но и весь северо-восток страны.

Идея проложить железнодорожный тоннель под Татарским проливом существует уже более полувека. Еще в 50-х годах Метропроект и ряд других организаций работали над проектом такого тоннеля. Реализован тогда он не был, но сохранился в архивах. И теперь служит серьезным подспорьем для современных работ, начатых по заданиям Академии транспорта и Госстроя России. В сегодняшнем проектировании принимали участие творческие коллективы ведущих специалистов Тоннельной ассоциации, Мосгипротранса, Метропротранса, НИЦ ТМ, МИИТа и МАДИ. К 1993 году «Технико-экономический доклад» о строительстве тоннельного перехода через Татарский пролив был готов. Сейчас дело за принятием решения правительством России.

ПРИРОДА КРАЯ. С ЧЕМ СТОЛКНУТСЯ СТРОИТЕЛИ?

Инженерно-геологические изыскания в самой узкой части Татарского пролива — в проливе Невельского — были выполнены в полном объеме в конце 40-х — начале 50-х годов. В 1951 году Метропроект предложил три варианта трассы: 1 — «Северный» (мыс Лазарева — Погиби). Длина 13 километров. 2 — «Средний» (мыс Средний — Погиби). Длина 11,7 километра. 3 — «Южный» (мыс Муравьева — мыс Усанти). Длина 11,5 километра. Проектировщики тогда и теперь приняли «Средний» вариант: в нем наименьшая длина подводной части — 7,8 километра.

Исследования полу века давности касались всех сторон природы этих мест, собранные данные могут и сейчас с полной надежностью служить основой нового проекта. Они строились на многолетних наблюдениях климатических, гидрогеологических и гидрографических условий данного района. Их дополняли изыскания геологов и данные об инженерно-геологических условиях строительства тоннеля. Было пробурено множество скважин и проведены лабораторные испытания грунтов, взятых по трассе будущего тоннеля.

Вот основные сведения о проливе.

Пролив Невельского имеет в ширину около 8 километров, максимальную глубину — 24 метра. С конца декабря по март море покрыто льдом, толщина его 0,7—1 метр. В осенне-зимний период здесь часты штормы. Критическая высота волн — 4 метра. Сильные ветры зимой вызывают торошение льда.

Природа морской стихии не особо беспокоит строителей. А вот геология дна пролива, где надлежит развернуться основным работам, таит немало коварных «сюрпризов». Одолеть их — задача не из легких.

Материковая часть, откуда должен начинаться тоннель, не внушает больших тревог — здесь магматическая порода — базальт. Правда, скальный массив разбит глубокими трещинами. Они возникли при остывании лавы и под действием толчков землетрясений. Но базальтовая часть недр довольно скоро ныряет в глубину, и проходчики тоннеля окажутся перед морскими отложениями. По составу это песчано-глинистые грунты, включающие в себя или гравий, или гальку. Часть песков насыщена водой и похожа на плытуны. Глины — вязкие, включения илов имеют высокую прочность.

Сложную эту картину дополняет водный режим недр. Отложения кристаллических пород содержат трещинно-жильные воды — пресные, не агрессивные к железобетону. Но большая часть трассы пройдет по песчаным и супесчанным грунтам. А они содержат воды, которые связаны с солеными водами пролива, поэтому обладают агрессивностью к бетону и металлу. В той части, где тоннель выходит на остров, геологические условия такие же, как и под акваторией пролива, — глины, пески, соленая вода.



Сахалин. Река Поронай.

Ко всем этим сложностям добавляется еще и сейсмичность в зоне строительства тоннеля. Она достигает 10 баллов по 12-балльной шкале. Недавнее землетрясение в Нефтегорске силой 9—10 баллов, как известно, разрушило городок и унесло многие жизни. В связи со строительством тоннеля и другими нуждами развивающейся индустрии Сахалина сейчас утверждена особая программа исследования сейсмичности острова и прилегающего к нему шельфа.

В общем строителей Сахалинского тоннеля, по всей видимости, ждут трудности, которые до сих пор проходчикам тоннелей под морской поверхностью не встречались в такой концентрации в одном месте. Тоннель под Ла-Маншем — 40 километров длиной, другой, более протяженный (54 километра), под Цугарским проливом в Японии, и несколько менее длинных тоннелей в других местах нашей планеты строились в более благоприятных условиях. Они проложены проходческими щитами в крепком скальном грунте. Не нужно было повышать атмосферное давление в забое, чтобы удержать воду, не приходилось применять замораживание неустойчивой песчано-водяной смеси. В сложных условиях, но все же уступающих тем, что предстоит пройти тоннелю на Сахалине, сейчас идет строительство тонне-

ля под проливом Большой Бельт (Дания). В 1993 году, при том, что строители пользовались всеми чудесами новейшей технологии, два тоннеля там были затоплены прорвавшимися водами.

ля под проливом Большой Бельт (Дания). В 1993 году, при том, что строители пользовались всеми чудесами новейшей технологии, два тоннеля там были затоплены прорвавшимися водами.

ПОИСКИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Каким будет тоннель под Татарским проливом? Прежде всего скажем, что в мире нет примера сооружения тоннеля такой большой протяженности — 10 километров — в столь неустойчивой среде.

Сложная обстановка заставила проектировщиков сахалинского перехода рассмотреть пять вариантов будущего сооружения.

1. Тоннельный вариант глубокого заложения при щитовой проходке. Основной тоннель диаметром 9,5 метра и параллельно с ним — обслуживающий тоннель диаметром 5,5 метра.

2. Тоннель (труба) диаметром 11,4 метра. Проходка щитом, обслуживающая часть отсутствует. (См. рисунок.)

3. Вариант мелкого заложения. Секции готовятся на берегу, а затем опускаются в воду и сращиваются.

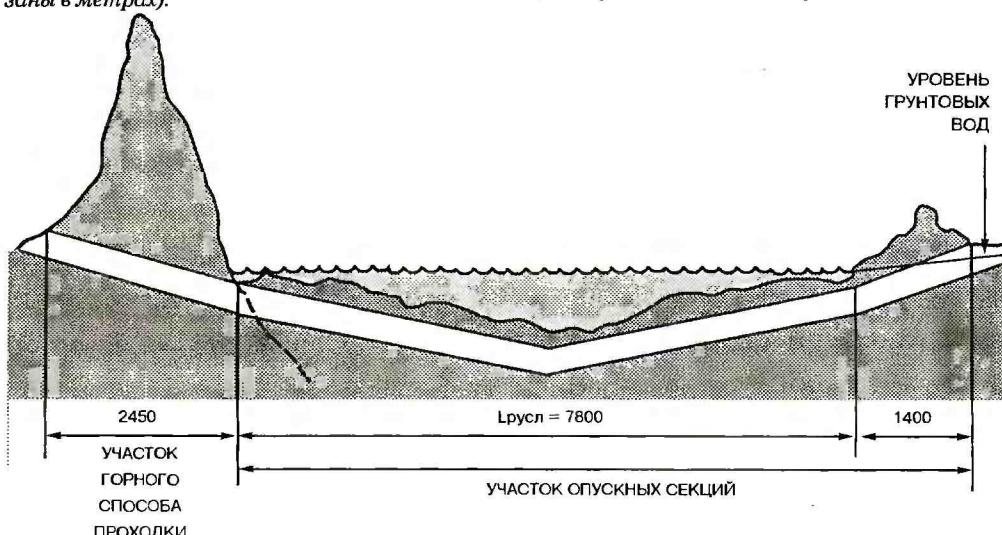
4. Тоннельно-мостовой вариант при щитовой проходке тоннельной части.

5. Комбинированный способ: опускные секции на мелководье и проходка щитом в глубоководной части пролива. (См. рисунок.)

Была проведена экспертная оценка этих пяти вариантов. Учитывались строительные и эксплуатационные показатели. Лучшие оценки получили варианты № 1 и № 2. Они и рекомендованы для дальнейшей разработки.

По варианту № 1 стени тоннеля диаметром 9,5 метра собираются из стандартных чугунных тюбингов. Второй слой, внутренний, представляет собой железобетонную «рубашку» толщиной 30 сантиметров. Таким образом, внутренний диаметр трубы становится равным 8,8 метра. Это позволяет разместить желез-

Из пяти вариантов конструктивно-технических решений подводного тоннеля большинство специалистов отдают предпочтение варианту № 2, который изображен здесь (размеры указаны в метрах).



Город Южно-Сахалинск.

нодорожный путь и по бокам от него — две пешеходные дорожки по одному метру шириной. В тоннеле через каждые 300 метров устраиваются камеры для ремонтных материалов и инструмента. В нижней части тоннеля делается утепленный водоотводный лоток. Вода из него отводится в технологический тоннель, идущий параллельно основному. Он расположен в 20 метрах, имеет внутренний диаметр 4,5 метра и через каждые 600 метров — сбойку (соединение) с основным тоннелем (см. рисунок).

По варианту № 2 внутренний диаметр трубы выбран равным 10 метрам. Кроме рельсового пути, здесь будет дорожка 3,5 метра шириной. Один метр — проход для обслуживающего персонала, остальное пространство — для перемещения ремонтных механизмов и материалов. В нижней части отведено место для стока воды, в верхней — вентиляционные короба и электропитание.

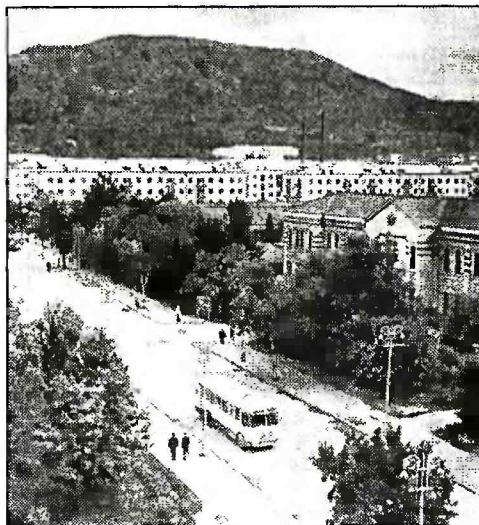
Никаких дополнительных выработок не предусмотрено, все в пределах тоннельной трубы. Ее сборная обделка может быть из чугунных тюбингов и железобетонных блоков и, кроме того, — укреплена внутренней железобетонной рубашкой толщиной 30 или 35 сантиметров. Предусмотрен и вариант, при котором вместо чугунных тюбингов будут использованы более мощные секции из железобетона.

Гидроизоляция стыков чугунных и железобетонных колец будет выполнена резиновыми прокладками, а также гидроизоляционной оклейкой, помещаемой между наружными слоями и внутренней железобетонной рубашкой.

На береговых участках тоннеля — их предполагают строить открытым способом — рекомендуется монолитная железобетонная обделка и металлическая листовая гидроизоляция.

НУЖНА НЕБЫВАЛАЯ ТЕХНИКА

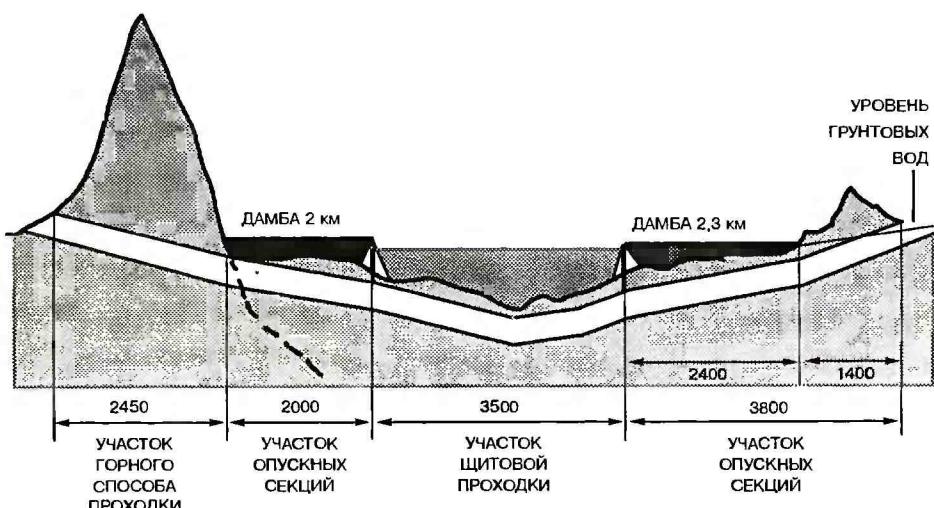
Еще в 1951 году были рассмотрены три варианта места, где может быть проложен тон-



нель. Лучшим, как мы уже говорили, признан так называемый «Средний» вариант. Он короче других в подводной части — 7,8 километра. Тоннель начинается на материке у мыса Средний и выходит на сахалинской стороне у поселка Погиби. Максимальная глубина пролива здесь 25 метров.

Из пяти вариантов конструктивно-технологических решений принят второй. Он предусматривает прокладку тоннеля диаметром 11,4 или 11,6 метра, без каких-либо дополнительных выработок, выходящих за пределы круглой обделки. И в этом его большое преимущество, поскольку строительство параллельного сервисного тоннеля, который предусмотрен в

Комбинированный тоннельный вариант: с опускными секциями на мелководье и щитовой проходкой на глубоководном участке (размеры внизу по шкале — в метрах). Вариант № 5.



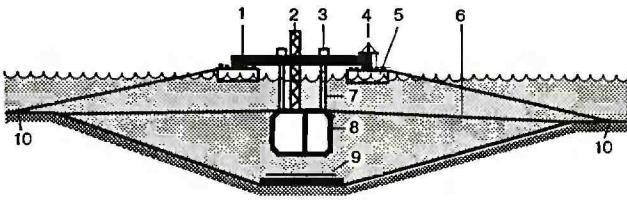


Схема опускания тоннельной секции в подводную траншею:
1 — портальная рама; 2 — ви-
зионная мачта; 3 — лебедка; 4 —
контрольная кабина; 5 — пон-
тон; 6 — тросовые оттяжки;
7 — подвески; 8 — опускаемая
тоннельная секция; 9 — опорные
балки; 10 — якоря.

первом варианте, требует многочисленных сбоек, соединяющих основную трубу со вспомогательной. Их устройство связано с немалыми дополнительными трудностями.

Всю трассу можно разбить на три участка. Первый, западный, длиной 2,3 километра находится на материке. Здесь устойчивые кристаллические породы, и строительство будет вестись традиционным способом с применением буровзрывных работ. На этом участке строителей могут ждать типичные сюрпризы: вывалы, горное давление, повышенная трещинноватость...

Второй участок длиною 7,8 километра лежит под водами Татарского пролива. Это наиболее сложный участок: тоннель будет проходить сквозь насыщенный водой песчано-глинистый грунт. Гидростатическое давление здесь на глубине достигает 2,5—3 атмосфер (до 5 МПа). Надо сказать, что в мире и раньше были построены тоннели в такой неустойчивой среде. Но они имели длину не более 1,2 километра — при щитовом способе проходки и 5,8 километра — при применении опускаемых секций.

Для строительства тоннеля в Татарском проливе потребуется создание особых механизмов. Должны учитываться сравнительно большая глубина, неустойчивость водонасыщенной среды, очень высокое гидростатическое давление, свободная связь подземных вод с морскими.

Главный фактор, осложняющий проходку в таких условиях, — гидростатическое давление

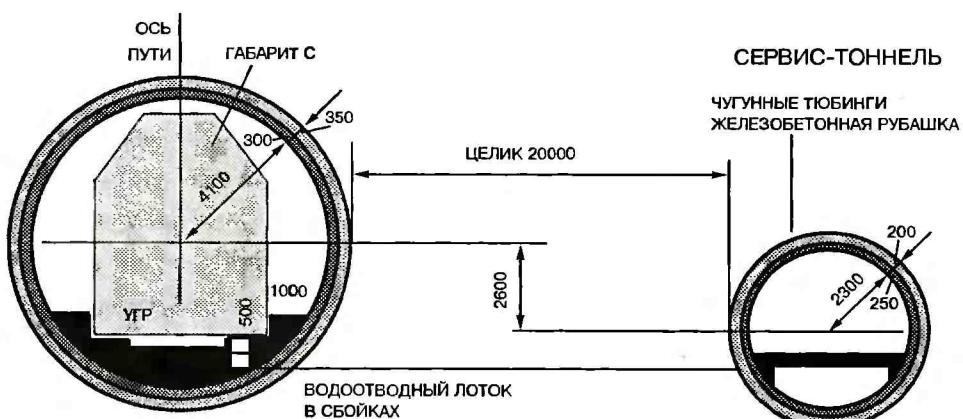
среды, сквозь которую должен проходить щитовой агрегат. Современная техника располагает несколькими способами преодоления этого неприятного фактора. В забойной части щита создается искусственно противодавление. Используют сжатый воздух, воду под давлением, глинистый водный раствор, грунтовой шлам и пеногрунтовую смесь.

К конструкции щита тоже предъявляются повышенные требования — особые условия работы и для самого механизма, и для обслуживающего персонала. Чрезвычайно важно, чтобы щит был способен предотвратить возможный прорыв разжиженных грунтов и морской воды через забой и строительный зазор и в щит и в тоннель. Сопоставляя требования к щиту с возможностями современной технологии проходки, проектировщики остановились на таких двух рекомендациях: 1) щит, оснащенный гидравлическим противодавлением и гидротранспортом выбранного грунта; 2) щит с комбинированным грунтово-сuspензионным противодавлением и откаткой грунта в вагонетках.

Первый тип щита может быть решен в двух вариантах: либо с роторным режущим инструментом, либо с гидравлическими рабочими органами, проще говоря — с мощными струями, которые размывают грунт в забое, и полученная пульпа выносится из щита дальше, к отвалу.

Третий участок длиною около 1,3 километра по инженерно-геологическим условиям сходен со вторым участком. Только здесь меньше гидростатическое давление на забой. На этом участке может быть применена та же техника, что и на втором, либо надо вести работы открытым способом, поставив водопонижающие насосы.

Профильный разрез основного и вспомогательного (сервисного) тоннелей. Один из предлагаемых вариантов технического решения обделки тоннелей (размеры — в сантиметрах).



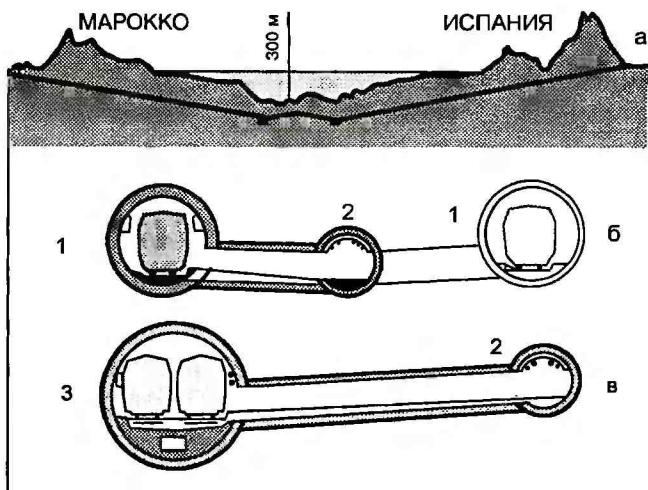


Тоннельный переход под Гибралтарским проливом (проект): а — продольный профиль; б — поперечное сечение однопутного тоннеля; в — поперечное сечение двухпутного тоннеля;

1 — основные тоннели диаметром 7,2 м; 2 — сервисные тоннели диаметром 4,5 м; 3 — основной тоннель диаметром 11,4 м.

В геологическом исследовании дна Гибралтарского пролива принимало участие российское экспедиционное судно.

По замыслу проектировщиков первый тоннель должен вступить в строй к 2003 году.



километров длиннее, чем он мог бы быть, если бы грузы для Арктики отправляли с восточного побережья Сахалина. Вот откуда идея продолжить железнодорожный путь на остров Сахалин. В основе этого замысла лежат не столько нужды самого острова, как возможность приблизить Камчатку и Арктику к прямой железной дороге, идущей с материка.

Порты на побережье Японского моря тогда освободятся от арктических грузов, им на смену придут импортные и экспортные грузы.

Но ключевое значение сахалинского тоннеля все же не исчерпывается сказанным выше. Оно имеет поистине международный характер. Во-первых, в Японии уже живет идея прорыть тоннель под проливом Лаперуз и тем самым связать железнодорожным путем японский остров Хоккайдо и русский остров Сахалин. Таким образом, вся сеть железных дорог Японии включится в сеть России и Европы. А если вспомнить еще и о проекте тоннеля под Беринговым проливом (см. «Наука и жизнь» № 4, 1995 г.) и о другом замысле — пройти тоннелем Гибралтарский пролив, то единая железнодорожная сеть охватит всю планету, за исключением Австралии и островов Океании. И тогда через полстолетия, или даже чуть раньше, станет обычным делом: сесть в комфортабельный вагон поезда и за 10—12 дней обогнуть земной шар.

План трассы железнодорожного тоннеля под Беринговым проливом.

