



# Центральная Андская железная дорога в Перу



*Мареk Графф – член редакционных советов журналов «Технологии железнодорожного транспорта» и «Мир железных дорог», Варшава, Польша\*.*

**Мареk ГРАФФ**

Построенная в конце XIX столетия Центральная Андская железная дорога в Перу была создана за счёт привлечения иностранного капитала и иностранной инженерной идеи. Масштабные планы по эксплуатации богатейших месторождений меди, серебра и золота легли в основу строительства этой железнодорожной линии. Применённые в этом проекте инженерные решения даже сегодня впечатляют специалистов. В частности, так называемые зигзаги, которые позволили проложить трассу вдоль неприступных горных массивов Анд. Как сказал когда-то главный инвестор проекта, американский предприниматель

Генри Мейггс: «Куда доберётся лама, туда сможет доехать и поезд».

Главным инженером, автором проекта, ведущим надзор за строительством Центральной Андской железной дороги, являлся Эрнест Малиновский, польский специалист, почётный гражданин Перу.

«Проект инженера Эрнеста Малиновского предусматривает прокладку железнодорожной линии на высоте почти 5000 м над уровнем моря, а это невозможно. Реализация спроектированных им мостов и виадуков представляется рискованной», – так оценивали проект польского инженера его современники.

**Ключевые слова:** железная дорога, высокогорная железная дорога, история железных дорог, зигзаг/реверс, железнодорожные мосты, железнодорожные тоннели, подвижной состав, большая нагрузка на ось, Центральная Андская железная дорога.

\*Информация об авторе:

**Мареk Графф** – Ph.D., член редакционных советов журналов «Технологии железнодорожного транспорта» и «Мир железных дорог» (Technika transportu szynowego; Świat Kolei), Варшава, Польша, [marekff77@gmail.com](mailto:marekff77@gmail.com).

Статья поступила в редакцию 02.11.2020, принята к публикации 21.12.2020.

**For the English text of the article please see p. 289.**

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Перуанская Центральная Андская железная дорога начинается от побережья Тихого Океана и заканчивается в районе медных шахт, расположенных высоко в Андах. Поезда начинают свой путь в Кальяо в границах агломерации столичной Лимы, то есть от порта до станции ЛАОройя, где дорога делится на два направления, из которых одно ведёт на север до станции Серро де Паско, а другое – на юг до станции Уанкайо. Протяжённость дороги составляет 490 км, в том числе участок Кальяо–Уанкайо – 346 км. Самыми впечатляющими фактами о Центральной Андской железной дороге являются высота её расположения над уровнем моря, которая достигает максимального значения 4782 м (станция Галера на 173-м км трассы), а также наличие 69 тоннелей общей протяжённостью 10,8 км, 58 мостов длиной 1,8 км и шести двойных смен направления движения (знаменитые зигзаги/реверсы), которые были построены с целью обеспечить максимально допустимый уклон пути 29–37 ‰ на протяжении 100 км между станциями Сан Бартоломе на 76-м км дороги на высоте 1513 м над уровнем моря (м н.у.м.) и Тиклио на 171-м км, на высоте 4758 м н.у.м., где поезд преодолевает разницу высот в 3245 м (табл. 1). Максимальный уклон составляет 96,5 ‰ между станциями Тамбо и Хауха (это единичный случай, и на данном участке нет изменения направления движения).

Центральная Андская железная дорога – однопутная, не электрифицированная линия. Ширина колеи составляет 1435 мм. Автор проекта – польский инженер Эрнест Малиновский, главный инвестор – предприниматель из США Генри Мейггс. Трасса на участках с самым большим уклоном проложена на скальных полках. Многочисленные мосты и тоннели знаменитой дороги – это сооружения, размер которых не превышает 200 м (в большинстве их длина составляет от 50 до 100 м). Много раз встречается смена направления движения, а самым эффективным моментом является смена направления движения в тоннеле Бальта. В большинстве случаев стрелки переводятся вручную персоналом поезда. Сложные топографические усло-

вия являются причиной того, что средняя скорость движения на перегонах не превышает 40 км/ч. Следует добавить, что до момента завершения строительства Транс-Тибетской магистрали в Китае в 2007 г. Центральная Андская железная дорога Перу оставалась самой «высокой» железной дорогой в мире<sup>1,2</sup>.

Строительство железной дороги в Андах было связано с планами эксплуатации богатых месторождений медной руды, а также сопровождающих эти руды месторождений серебра и золота (в настоящее время Перу и Чили являются главными экспортёрами этих металлов в мире). Медь до сих пор пользуется большим спросом. Более 60 % меди используется для производства электропроводов. Среди металлов более высокой проводимостью отличается только серебро.

На фоне других южноамериканских железнодорожных сетей Центральная Андская железная дорога Перу отличается (помимо высоты) стандартной шириной колеи [4; 17]. В других латиноамериканских странах (Чили, Аргентина, Бразилия) распространены ширины колеи 1000 мм, 1600 мм или 1676 мм, в то время как стандартная ширина колеи 1435 мм встречается крайне редко.

Самая высокая точка дороги расположена в Ла Кима (La Cima) на высоте 4835 м н.у.м. на участке Тиклио–Морокоча вблизи местной шахты. Пути проходят вдоль реки Римак и её притоков мимо станции Чинчан, расположенной в семи км от станции Касапалька (на 153-м км, 4154 м н.у.м.) в западной части Анд. Эта станция служила перегрузочной станцией для добытой руды.

Дальше железная дорога ведёт через тоннель Галера, самый длинный и самый «высокий» (4781 м н.у.м.) тоннель дороги. Потом средняя высота н.у.м. уменьшается, менее крутыми становятся и уклоны.

<sup>1</sup> В настоящее время станция Тангула (Tanggula, 5072 м н.у.р.) на Транс-Тибетской магистрали (Цинхай-Тибетская железная дорога / Qinghai–Tibet railway / Qingzang railway) является самой высоко расположенной железнодорожной станцией в мире.

<sup>2</sup> Другой железнодорожной линией, расположенной на значительной высоте, в Южной Америке является железная дорога Атофагаста в Чили с самой высокой точкой на высоте 4818 м н.у.м., она также используется для перевозки медной руды.



У станции Яули (на 193-м км, 4192 м н.у.м.) дорога идёт вдоль реки с таким же названием. Потом дорога «встречается» с рекой Мантаро, которую пересекает и доходит до станции Тамбо (на 299-м км, 3359 м н.у.м.), далее пересекает населенные пункты, в том числе Хауха (на 301-м км, 3552 м н.у.м.), Матауаси (на 321-м км, 3265 м н.у.м.), Консепсьон (на 324-м км, 3252 м н.у.м.) и в самом конце пути приводит в г. Уанкайо (на 346-м км, 3261 м н.у.м.).

Сегодня в Ла-Оройя или Уанкайо уже проложено автомобильное шоссе. Для автомобильных дорог допускаются более крутые уклоны и меньшие радиусы кривизны, а также наличествуют другие технологии, разработанные во второй половине XX века. Однако для перевозки тяжёлых грузов в первую очередь традиционно выбирается железнодорожный транспорт.

В настоящее время управление Центральной Андской железной дорогой Перу осуществляется компанией Ferrocarril Central Andino (FCCA), которая принадлежит частному предпринимателю Хуану Олаэча (Juan Olaechea) и группе RDC, которые получили концессию на 30 лет, после того как железная дорога была приватизирована в середине 1999 года. Другими пайщиками компании FCCA являются Ferrovías e Infraestructura (группа Olaechea), Minas Buenaventura, ADR Inversiones UNACEM (лидирующий производитель цемента в Перу) [6; 8]. Для перевозки медной руды и чистой меди используются 36 локомотивов и 881 вагон [15]. Следует особо подчеркнуть, что практически все железные дороги в Перу строились для перевозки грузов, а не пассажиров и что многие из них в настоящее время остаются закрытыми для эксплуатации. Основными видами транспорта в Перу является автобусное сообщение и авиационный транспорт<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Большая площадь Перу (1,29 млн кв. км.), рельеф местности (горные цепи Анд с самым высоким пиком Уаскаран 6768 м н.у.м.) и экваториальный климат (обильные осадки) в восточной части страны являются причиной того, что содержание сухопутной инфраструктуры (автомобильные дороги) трудоёмко и накладно. Поэтому в случае путешествий на дальние расстояния в Перу предпочтительнее авиатранспорт.

## ИСТОРИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АНДСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ПЕРУ

Эта железная дорога была спроектирована и построена Эрнестом Малиновским, семья которого добровольно по политическим мотивам покинула Польшу. Э. Малиновский учился в Высшей школе мостов и дорог в Париже, которую закончил с дипломом инженера [5]. После приезда в Перу в 1851 году польскому инженеру было поручено разработать проект удлинения железной дороги Лима–Кальяо вдоль долины Хауха в направлении горной цепи Анд. Перуанское правительство создало техническую комиссию, в состав которой вошли Ф. Барреда, М. Ф. Солдан, М. Пардо (Felipe Barreda, Mariano Felipe Paz Soldán и Manuel Pardo), которым было поручено собрать информацию о местном рельефе, геологических и климатических условиях. Информация была необходима для разработки предварительного проекта, который и был поручен Э. Малиновскому. Парламент Перу (Конгресс) принял законы о железной дороге, предложенные Правительством, и гарантировал выплату шести банковских процентов от капиталовложений в строительство. Также была создана комиссия для изучения четырёх возможных (альтернативных) трасс, которые тоже начинались бы в Лиме и вели через:

- 1) Ущелье реки Римака и населённые пункты Матукана, Сан-Матео и Тарма.
- 2) Ущелье реки Чилон и населённые пункты Кабаллеро, Янгас, Обрахильо, Кесачака и Кархуаканча.
- 3) Ущелье реки Чанкай и населённые пункты Чанкай, Макас, Хуатамантага, Уальяй и Серро де Паско.
- 4) Ущелье реки Лурин и населённые пункты Сисикая, Тупикоча, Сан-Дамиан, Туктукоча, Пумакоча, Оройя, Тарма и Хауха.

Согласно подготовленному отчёту, строительство через ущелье реки Римака было сложным, но возможным. В качестве почти невозможного было оценено строительство железной дороги через ущелья рек Чилон и Чанкай, в то время как очень простым было признано строительство через ущелье реки Лурин. Выбор был сделан в пользу четвёртого варианта, подробное изучение которого и разработка проекта были поручены инженеру Герриту Бакусу. Он считался одним из лучших

Таблица 1

**Технические параметры участка Кальяо—Лима—Уанкайо  
Центральной Андской железной дороги Перу**

Станция	км	Высота, м н.у.м.	Наклон, ‰	Примечания
Patio y factoría / Гваделупа	1	3,0	0,6	
Patio central / Кальяо	2	3,6	13,3	
Монсеррат	13	150,0	0,0	
Десампарадос	14	150,0	16,9	
Витарте	26	353,0	16,7	
Санта Клара	29	403,0	18,3	
Чосика	54	860,0	29,7	
Торнамеса	74			Зигзаг
Сан Бартоломе	76	1513,0	33,7	
Матукана	102	2390,0	34,3	
Бисо / Viso	111			Зигзаг вниз / Зигзаг вверх
Тамбораке	120	3008,0	35,6	
Какрей (Cascay)				Зигзаг
Какрей (Cascay)				Смена направления движения
Рио Бланко	134	3506,0	32,6	
Чиелайо	141	3733,9	35,0	Смена направления движения
Салтакуна				Смена направления движения
Касапалка	153	4154,0	29,4	
Бакус				Смена направления движения
Джонстон				Смена направления движения
Чан-Чан	160	4360,0	36,2	
Тиклио	171	4758,0	11,5	Ответвление в направлении Морокоча, 14 км (4538,0 м н.у.м.)
Галера	173	4781,0	29,5	
Румичака				Зигзаг (юг) / зигзаг (север)
Яули	193	4192,0	33,4	
Арапа	198	4025,0	0,0	
Тоннель Мар / Mahg Túnel	196	4025,0	7,1	
Обходная дорога	206	3954,0	14,3	
Ла Оройя	222	3726,0	4,9	
Пачакайо	262	3529,0	4,9	
Ллоклапампа	275	3465,0	4,4	
Тамбо	299	3359,0	96,5	
Хауха	301	3552,0	14,4	
Матауаси	321	3265,0	4,3	
Консепсьон	324	3252,0	1,2	
Сан Иеронимо	330	3245,0	1,0	
Уанкайо	346	3261,0		

специалистов в области строительства железных дорог. Бакус подготовил проект, однако в марте 1866 года работы были приостановлены из-за войны с Испанией. Два года спустя член правительства Д. Масиаш (Diego Masias) связался с Генри Мейггсом, предпринимателем из США, который находился в Чили (он там работал по контракту). «Дерзкий американец» в сентябре 1868 года представил правительству Перу идею строительства дороги Лима—Хауха.

Очевидцы тогда говорили, что он убедил центральные власти Перу аргументом «Проложу пути там, где бегают ламы». План работ и бюджет строительства в размере 27 млн песо были утверждены. Было принято предложение Г. Мейггса и определён обязательный срок завершения строительства в течение шести лет в обмен на правительственные облигации с выплатой 6 % годовых и амортизационные облигации со ставкой 2 % с десятилетним сро-



ком реализации. Договор был заключён между правительством Перу и господином Г. Мейггсом в декабре 1869 года в виде публичного акта, в первой статье которого содержалась запись:

*«Генри Мейггс, его наследники, исполнители или законные представители обязуются построить участок... железной дороги между Кальяо и Лимой—Ла-Оройя; согласно плану и техническим чертежам, разработанным главным инженером Эрнестом Малиновским при участии инженера П. Марцо (Pedro Marzo), назначенного правительством, которые были одобрены и переданы на хранение в правительственную канцелярию» [18].*

Работы начались 1 января 1870 г. шумным мероприятием, во время которого был заложен первый камень в месте, где сейчас находится станция Монсеррат в Лиме, под руководством начальника технического корпуса, инженера Эрнеста Малиновского. С целью облегчения строительства главная линия Лима—Ла-Оройя (222 км) была разделена на участки:

1. Лима—Кальяо—Кокачакра.
2. Кокачакра—Сан Бартоломе—Сан-Иеронимо-де-Сурко.
3. Сан-Херонимо-де-Сурко—Матукана.
4. Матукана—Парак (Сан Хозе де Парак).
5. Парак—Сан-Матео—Рио-Бланко.
6. Рио-Бланко—Галера.
7. Галера—Ла Оройя.

Однако жизнь внесла свои коррективы, — господину Мейггсу удалось построить железную дорогу только до города Чикла (3733,9 м н.у.м.) в 141 километре от Кальяо. Мейггс столкнулся с серьёзными затруднениями по выплате зарплат нанятым специалистам, рабочим и управленцам. Правительство приостановило строительство дороги. Были завершены только отдельные участки:

- Кокачакра — в феврале 1871 г.;
- Сан Бартоломе — в сентябре 1871 г.;
- Чикла — в мае 1878 г.

В 1879 г. умер Генри Мейггс. В результате конфликта между инвесторами и Правительством Перу строительство было парализовано до 1890 года, когда держатели облигаций приняли на себя права и обязанности Мейггса и организовали Перуанскую корпорацию, которая стала правопреемницей. 12 июля 1892 г. дорога достигла

Касапальки и в январе 1893 года — Ла-Оройи. Это были последние станции Центральной железной дороги.

Строительство участка между Ла-Оройей и Уанкайо было начато в 1905 г., но следующий договор между правительством и Перуанской корпорацией был заключён только в 1907 г. (за этот промежуток времени часть дороги была построена государством), поэтому работы завершились в сентябре 1908 г. В общем итоге строительство Центральной Андской железной дороги Перу продолжалось 38 лет.

Самыми выдающимися инженерными сооружениями этой дороги являются виадук Веррига (Verrugas) или мост Каррион (Carrión) длиной в 175 м и высотой в 80 м и тоннель Галера протяжённостью в 1177 м. Внимания заслуживает также тоннель Бальга (на 94-м км), который отличается спиральной формой и протяжённостью в 1375 м. Этот тоннель преодолевается поездом за 4—5 минут. Самыми впечатляющими участками или станциями железной дороги являются:

- участок зигзаг Каркай—станция Рио-Бланко;
- участок Касапалька—Чинчан—Тиклио—Галера;
- участок недалеко станции Чикла;
- участок вблизи станции Сан Бартоломе;
- участок вблизи тоннеля Бальга;
- станция Ла Оройя.

Центральная Андская железная дорога начинает свой путь на железнодорожном вокзале в Лиме на станции Десампарадос, которая находится в центре столицы Перу, здание спроектировано архитектором Рафаэлем Маркуином (Rafael Marquin) в 1912 г.

## ПЕРУАНСКАЯ КОРПОРАЦИЯ

В счёт займа, который перуанское государство взяло для финансирования строительства, согласно статье 26 договора от 20 марта 1890 г. была создана компания, которая взяла под своё управление также 160 км построенной железнодорожной линии.

Из-за громадных долгов, образовавшихся у перуанского правительства во время строительства Центральной железной дороги, в соответствии с Законом об акцио-

нерных обществах 20 марта 1890 была организована Перуанская Корпорация (The Peruvian Corporation Ltd). Компания была создана для того, чтобы выплатить внешний долг и погасить государственные кредиты, которые были взяты держателями облигаций для финансирования строительства Центральной железной дороги Перу. Основная цель корпорации заключалась в передаче прав и обязательств держателей облигаций.

Две недели спустя акции компании были запущены в оборот на Лондонской фондовой бирже. Эта сделка была завершена, наследники Г. Мейгса (Ж. Г. Мейгс, Н. Г. Мейгс и Алехандро Р. Робертсон (Alejandro R. Robertson)) продали Перуанской Корпорации свои доли в Центральной железной дороге и доли в серебряных рудниках Серро де Паско.

В 1891 г. Перуанская Корпорация решила взять под управление все железные дороги страны и превратить их в дочерние компании, разделив акции между собой. Возникло семь компаний, пять из которых находились под контролем дочерних компаний. А две были оформлены через третьих лиц, потому что ещё действовали контракты с государством и другими частными лицами.

Как и следовало ожидать, учитывая экономический кризис, в котором оказалась страна после войны с Чили, возникли проблемы с выполнением контракта. В 1893 г. начались перебои с платежами, и парламент попытался приостановить ежегодные выплаты кредиторам. Перуанская Корпорация не сумела добиться финансирования строительства следующих участков. До 1899 г. стороны так и не пришли к каким-либо договорённостям, и следующий раунд переговоров начался только в 1904 г., а в июне 1907 г. был подписан новый контракт о том, что:

1) Перуанская Корпорация профинансирует строительство всех новых запланированных дорог общей протяжённостью около 300 км.

2) Железнодорожная компания возместит государству все расходы, понесённые при частичном строительстве указанных дорог.

3) Право на эксплуатацию железной дороги компанией будет продлено ещё на

17 лет, при условии, что государственная казна начнёт выплачивать 80 тыс. британских фунтов, которые будут получены из налога на сахар.

Перуанская Корпорация эксплуатировала Центральную железную дорогу непрерывно до 1927 г., а временно — до марта 1973 г.

## **НАЦИОНАЛЬНАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ КОМПАНИЯ ENAFER PERU**

После государственного переворота и правления военной хунты в 1968—1975 г. было принято решение о национализации многих предприятий, которые управлялись зарубежными компаниями. Французской фирме Sofresrail было предложено провести анализ окупаемости частных отечественных железнодорожных перевозчиков, исследование рентабельности железных дорог страны, после чего в апреле 1971 г. было принято решение об их национализации. Это коснулось также и дорог, принадлежащих Перуанской Корпорации, штаб-квартира которой находилась в Канаде. Официальным предложением для этого стали недостаточные капиталовложения в компанию. 1 декабря 1972 г. была создана Национальная железнодорожная компания, более известная как ENAFER Peru, в которой были объединены все железные дороги страны, кроме участка Ла-Оройя—Серро де Паско, поскольку тот был очень прибыльным и принадлежал североамериканской компании. С января 1973 г. компания ENAFER Peru управляла линиями:

- Кальяо—Лима—Ла-Оройя—Уанкайо;
- Уанкайо—Уанкавелика;
- Мольендо—Арекипа—Пуно;
- Хульяка—Куско—Матарани—Ла-Хойя;
- Куско—Кильябамба.
- Арика—Такна.

В июле 1973 г. был получен банковский кредит для приобретения подвижного состава и элементов инфраструктуры:

- запасных частей для эксплуатируемого подвижного состава на сумму 12,6 млн долларов США;
- 300 грузовых вагонов и 32 пассажирских вагона в Румынии;
- 12,7 тыс. тонн рельсов в Канаде;



• 25 дизельных локомотивов, 36 вагонов для перевозки руды из шахт и 40 вагонов-цистерн из Японии.

Компания ENAFER Peru прошла повторную реструктуризацию в 1976 г., а Конгресс утвердил займы на модернизацию в 1979 г. В это время протяжённость железнодорожной сети в Перу составляла 1691 км. Начиная с 1880-х и до начала 1890-х годов уменьшались объёмы перевозок по причине интенсивной эксплуатации линий и недостаточного финансирования их содержания. Реальной проблемой стала также деятельность политических экстремистов из группировки «Сияющий путь», которые действовали в основном в горных районах Перу. По этой причине в 1991 г. было принято решение о повторной приватизации компании. Годом ранее было заявлено о прекращении пассажирских перевозок. Но грузовые перевозки тоже систематически сокращались, а деятельность железной дороги ежегодно приносила только убытки. В 1998 г. были выполнены последние ремонтные работы для 12 локомотивов и 100 вагонов, а также 41 км путей, и в середине июля 1999 г. компания была закрыта. Паи были переданы новым владельцам. Перевозчик FVCA (Ferroviás Central Andina SA) находится под управлением частного лица Хуана ди Диоса Олаэчеа (Juan de Dios Olaechea), которому была выдана концессия на осуществление перевозок в течение ближайших 30 лет. Пайщиками компании FVCA являются: Mitsui, Buenaventura, RDC, Inversiones Andina и CDC. За компанией ENAFER была оставлена эксплуатация участка Арика—Такна.

Первоначально компания FVCA управляла следующими железными дорогами:

1) Главная дорога Кальяно—Ла-Оройя, 222 км.

2) Дорога Ла-Оройя—Уанкайо, 124 км.

3) Ветка Лима—Анкон, 37,3 км, окончательно заброшена и демонтирована в 1965 г. Она являлась частью старой северо-западной железной дороги, в состав которой входила дорога Лима—Анкон—Чанкай, эксплуатация которой началась в декабре 1870 г. Во время войны с Чили участок Анкон—Чанкай был разрушен чилийцами и никогда не восстанавливался.

4) Дорога к горнорудному филиалу Тиклио—Морокоча длиной 14,3 км работала

согласно концессии, предоставленной в 1899 г. и была в эксплуатации с 1903 г.

5) Дорога к горнодобывающему филиалу Морокоча длиной 18,6 км была построена в 1921 г. в качестве ответвления от линии Ла-Оройя—Уанкайо (на 205-м км) вблизи местности Пачачака (Pachachaca). Благодаря этому маршруту на несколько километров было уменьшено расстояние перевозки руды из Морокочи на металлургический завод в Ла-Оройя, что ощутимо сокращало расходы.

6) Конечный пункт назначения Эспинар—Кузко (Espinar—Cuzco).

## ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

Первые паровозы на железнодорожной сети Перу появились в 1870 г. Они прибыли из США и были выпущены фирмами Rogers и Danforth, а после 1890 г. появились также паровозы, выпущенные фирмами Baldwin и Alco. В 1908 г. эксплуатировались паровозы типа NBL производства Великобритании. Большая часть всех локомотивов — это «сильно» подержанные единицы подвижного состава, приобретённые в большинстве случаев у железнодорожных компаний США.

Отличительной чертой железных дорог Южной Америки всегда было применение большой нагрузки на ось — 30—35 т, за счёт чего обеспечивается большая сила тяги. Это позволяет при применении удвоенной тяги и автоматической сцепки типа AAR формировать очень тяжёлые поезда, что имеет значение для грузового сообщения. Дизельные локомотивы<sup>4</sup>, используемые в настоящее время перуанскими перевозчиками, в большинстве выпущены фирмами США и Канады — General Electric, подразделением Electro-Motive Diesel General Motors (соответственно, GE и GM EMD), а также Montreal Locomotive Works (MLW). Мощность дизельных двигателей локомотивов, работающих на перегонах, колеблется в пределах 2000—3000 кВт, что

<sup>4</sup> Электрическая тяга в Южной и Северной Америке используется в ограниченном масштабе — это прежде всего пригородные железные дороги или система наземного метро вокруг крупных городов таких как Монреаль, Буэнос-Айрес или Сан-Паулу, на постоянном токе из контактной сети (например, 1,5 kV DC) или контактного рельса (600—750 V DC). исключением является магистральный путь NEC в США, линия используемая для высокоскоростных поездов и Acela Express перевозчика Amtrak, с питанием тремя видами переменного тока.

вместе с упомянутой большой нагрузкой на ось и системой осей Co'Co' (например, для серии С30М-3—32 т) является абсолютно достаточным, чтобы два локомотива вели тяжёлый грузовой поезд. Локомотивы, как и большинство единиц подвижного состава в обеих Америках, имеют только одну кабину машиниста. Локомотивы и моторные единицы подвижного состава, используемые на перуанских железных дорогах, перечислены в табл. 2 (список может быть неполным).

## **ЛА-ОРОЙЯ – ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ УЗЕЛ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР**

Местом переработки медной руды является Ла-Оройя, город в центре Перу, образованный ещё в 1533 году испанцами, которые начали в этом районе крупномасштабную добычу цветных металлов. Однако проблемы с вывозом тормозили рост добычи. Во время войны за независимость Перу стратегическое расположение города привело к тому, что он стал центром партизанской деятельности и местом одного из решающих сражений войны (Чакамарка, Хунин). Настоящее название существует с 1893 г., а в 1942 г. местность Ла-Оройя была наделена правами городского поселения (с 1925 г. является столицей провинции Яули). Крупномасштабная добыча медной руды началась в 1893 г. вместе с завершением строительства железной дороги из Лимы.

В 1922 г. был построен металлургический завод, инвестором выступила американская корпорация Серро де Паско, которая управляла предприятием до 1974 г., т.е. до национализации государством. Тогда завод был включён в состав компании Empresa Minera del Centro del Peru SA, известной также под названием Centromin [11]. Однако уже в 1993 г. было принято решение о приватизации металлургического завода фирмой Doe Run Peru (Доу Ран Перу), дочерней компанией Группы Renco, за 247 млн долл. США. Покупатель потратил 120,5 млн долл. США на приобретение завода и 126,5 млн долл. США на инвестиции в завод. Плюс к этому новый владелец купил медный рудник Cobriza (Кобриза) за 7,5 млн дол. США для обеспечения завода медной рудой. Металлургический завод

в Ла-Оройя – главный работодатель для местных жителей. Наряду с металлургическим заводом, в городе работают также заводы, перерабатывающие свинцовую (с 1928 г.) и цинковую (с 1952 г.) руду, которые производят 70 тыс. тонн меди, 122 тыс. тонн свинца и 45 тыс. тонн цинка. Однако расположение заводов на значительной высоте – 3726 м н.у.м. в условиях разреженного воздуха (меньше кислорода, более низкое давление), вызывает определённые ограничения для производства. Медная руда в Ла-Оройя добывается с большим количеством вредных примесей, которые невозможно удалить в процессе флотации. Однако технологам удалось разработать новые методы разделения и извлечения металлов в виде побочных продуктов. Для этой цели местные плавильные заводы вынуждены были активно интегрироваться между собой. Ла-Оройя – одно из немногих мест в мире, имеющих такую возможность. В результате здесь производят золото и серебро, сурьму, триоксид мышьяка, висмут, кадмий, индий, селен, теллур, серную кислоту и олеум. Это способствует уменьшению выбросов вредных и токсичных металлов. Но эти три металлургических завода достались новым владельцам «сильно потрепанными». Предыдущий хозяин не придавал значения модернизации. В результате работа этих заводов в настоящее время нарушает многие экологические нормы, что приводит к превышению уровня ПДК (предельно допустимая концентрация) в воздухе мышьяка в 85 раз, кадмия – в 41 раз и свинца – в 13 раз<sup>5</sup>. Высокая концентрация свинца была обнаружена и в крови местных жителей, и в питьевой воде. Как следствие, жители Ла-Оройя довольно часто страдают хроническими болезнями дыхательной системы [16].

## **МЕДНАЯ РУДА: ДОБЫЧА, ОБОГАЩЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ**

Человек использует медь более десяти тысяч лет, и она играет особую роль в развитии цивилизаций (например, эпоха

<sup>5</sup> Перечисленные химические элементы вызывают хронические отравления, и отличаются канцерогенным эффектом. Особо токсичными являются мышьяк и его соединения, например, белый мышьяк.





**Локомотивы и моторные единицы подвижного состава, используемые перуанскими железными дорогами**

Производитель	Серия	Годы производства	Схема осей	Вес ед. пол. состава, т	Макс. скорость, км/ч	Мощность диз. двигателя, кВт	Мощность диз. двигателя, кВт	Кол. единиц	Примечания
GM-EMD	GR12	1953–1968	Bo'Bo'	72	100	1310	977	2	Модифицированные кабины машиниста
MLW	DL532B	1961–1962	Bo'Bo'	нд	нд	1035	772	3	Маневровые локомотивы, только 1 локомотив в исправном состоянии. Второй ждёт ремонта
MLW	ALCO-DL560	1962–1998	Co'Co'	113	120	2600	1940	1	Приобретённые как новые от производителя
EMD	GM C22CW	1969–1974	Co'Co'	92	120	1500	1119	2	1 единица снята с эксплуатации
EMD	SD40-2 SD-40	1972–1989	Co'Co'	167	105	3000	2238	2 1	Один локомотив SD-40 имеет модифицированную систему охлаждения диз. двигателя
GE	C30 7PA	1976–1985	Co'Co'	191	113	3000	2238	4	Модифицированный по причине превышения габарита при прохождении через тоннели Матукана и Галера
GE	C30M-3	1976–1985	Co'Co'	191	113	3000	2238	2	Подвергались доработке на заводе Locomotoras San Luis в Мексике
GE	C30M-3 C36-7p C39-08	1976–1985 1978–1989 1984–1987	Co'Co'	191 191 нд	113 113 113	3000 3600 3900	2238 2686 2909	3 1 1	Локомотивы, приобретённые после 2000 г., и снятые с эксплуатации
GE	B39-E8	1983–1994	Bo'Bo'	нд	нд	3900	2909	2	
GE	C39-08	1984–1987	Co'Co'	нд	113	3900	2909	8	
GE	C39-8P	1984–1987	Co'Co'	нд	113	3900	2909	8	Приобретённые у компании Conrail из США, модифицированные из-за превышения габарита при прохождении через туннели Матукана и Галера
EMD	JT26CW-2B	1985–1995	Co'Co'	126	120	3000	2238	3	Запущены в эксплуатацию в июне 2020 г.
GE	C-40CW	1989–1994	Co'Co'	нд	113	4000	2984	2	Получены от перевозчика CSX из США в мае 2020 г.
EMD	GT42AC	1999–2005	Co'Co'	120	100	3300	2460	нд	
Beyer–Peacock	нд	нд	1'D	нд	нд	нд	нд	1	Паровоз британского производства; снят с эксплуатации
DUEWAG AG	нд	нд	нд	нд	нд	нд	нд	3	Моторные вагоны для будущей трамвайной линии в Лима–Чосика (Chosica)

\* Величины получены в результате пересчёта миль/ч в км/ч (например, 113 км/ч соответствуют 70 миль/ч). Bo'Bo' означает локомотив с двумя двухосными тележками, каждая ось - ведущая. Co'Co' означает локомотив с тремя ведущими колёсными парами.

бронзы — это сплав меди и свинца). 95 % меди, которая находится в употреблении в настоящее время, были добыты после 1900 г. Латинское наименование меди *cuprum* происходит от Кипра, где её первоначально добывали. Наряду с производством электропроводов данный металл используется ещё для покрытия крыш и изготовления водосточных труб (20 %) и промышленных станков (15 %). Стоит подчеркнуть, что 35 % меди от 22,1 млн тонн (2009 г.) всего мирового производства получается в процессе рециклинга [14].

Легко заметить, что около половины всей добываемой в мире меди было получено в Перу и Чили — около девяти млн тонн (табл. 3). Разработка залежей меди окупается, если её содержание в руде составляет 0,5 %, очень выгодно начинать добычу руды при содержании меди в руде более 2 %. Несмотря на то, что медь до сих пор нередко появляется в самородках, чаще всего она встречается в виде сульфидов и окислов:

- куприт  $\text{Cu}_2\text{O}$  (89 %);
- халькозин  $\text{Cu}_2\text{S}$  (80 %);
- борнит  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  (63 %);
- малахит  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$  (57 %);
- азурит  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$  (53 %);
- халькопирит  $\text{CuFeS}_2$  (35 %),

которые отличаются высоким содержанием меди (за исключением халькопирита — 35 %).

Одной из причин такого обилия залежей меди в Перу и Чили является весьма «юный» возраст Анд, где до сих пор есть действующие вулканы. В том числе Льюльяльяко (Llullaillaco), расположенный на границе Чили и Аргентины, один из самых высоких вулканов на Земле (6739 м н.у.м.). Там часты землетрясения, что свидетельствует о том, что процесс формирования гор ещё далёк от завершения. А вулканические процессы, как известно, способствуют перемещению пород из нижних слоёв земной коры в верхние. Медь — элемент с большей плотностью, чем например, кремний или алюминий. Соответственно, окиси этих элементов находятся в нижних слоях земной коры.

Доля металлов — в виде руды или в чистом виде — в экспорте Перу остаётся большой и колеблется в пределах 50 %

(табл. 4). Добыча медной руды осуществляется:

- в глубинных шахтах за счёт строительства глубоких вертикальных стволов и долбления горизонтальных штреков;
  - в карьерных шахтах, для залежей на небольших глубинах, где руда добывается после устранения слоёв безрудных скал;
- в настоящее время около 90 % медной руды добывается именно в карьерных шахтах.

Руда перевозится крупнотоннажными грузовиками (карьерными самосвалами), зачастую без водителя, с использованием навигационной спутниковой системы GPS. В медной руде иногда встречаются самородки серебра и золота, которые добываются как в Перу, так и в Чили в значительном количестве (табл. 5, 6).

Производство меди из руды является многоэтапным процессом (табл. 7), который сопровождается выделением токсического оксида серы, который может быть использован, например, для производства серной кислоты. Для этого процесса необходимо много энергии для создания высокой температуры (1200 °С).

Несмотря на то, что медь является элементом, жизненно необходимым человеку (дневная норма 2–3 мг, максимально 10 мг), в большем количестве она становится ядом (например, летальная доза сульфата меди составляет всего 30 г).

Серебро и золото, которые часто «сопровождают» медную руду, не токсичны<sup>6</sup> для человека. Но в процессе их добычи и очистки в значительных объёмах применяются, в том числе, ртуть и растворы цианистого калия или натрия, которые являются очень сильными ядами (летальная доза составляет 50–100 мг KCN или NaCN для взрослого человека). По этой причине добыча перечисленных трёх металлов требует строгого соблюдения безопасности и гигиены труда.

Энергетика в Перу отличается широким использованием гидроэнергии (26 %) и энергии из природного газа (25 %) (табл. 8). На заводах, перерабатывающих руду, используется электроэнергия, вырабатываемая гидроэлектростанциями, что кажется самым простым решением.

<sup>6</sup> Соединения серебра являются токсическими для микроорганизмов.



**Таблица 3**
**Производство меди [2]**

Место в рейтинге	Государство/Регион	2017 г.	2018 г.	запасы
		млн тонн		
	Мир	20,00	20,67	830
1	Чили	5,50	5,80	170
2	Перу	2,45	2,40	83
3	Китай	1,71	1,60	26
4	США	1,26	1,20	48
5	Конго	1,09	1,20	20
6	Австралия	0,86	0,95	88
7	Замбия	0,79	0,87	19
8	Мексика	0,74	0,76	50
9	Россия	0,71	0,71	61
10	Индонезия	0,62	0,78	51
11	Остальные страны	4,25	4,40	210

**Таблица 4**
**Доля металлов в экспорте Перу (2018 г.) [13]**

Общая стоимость экспорта	млрд долл. США	%
	53,5	100,00
Руды меди	11,2	20,93
Золото	6,86	12,82
Рафинированная медь, сплавы меди и медные провода	2,16	4,04
Руды цинка	0,81	1,51
Руды свинца	0,85	1,59
Сырой цинк	1,984	3,71
Руды железа	0,744	1,39
Цветные металлы, сырье	0,697	1,30
Руды молибдена	0,631	1,18
Сырое олово	0,256	0,48
Серебро	0,355	0,66
Итого	26,55	49,62

**Таблица 5**
**Производство серебра [2]**

Место в рейтинге	Государство/Регион	2017 г.	2018 г.	запасы
		тыс. тонн		
	Мир	26,8	27	560
1	Мексика	6,11	6,1	37
2	Перу	4,30	4,3	110
3	Китай	3,50	3,6	41
4	Польша	1,29	1,3	110
5	Чили	1,26	1,3	26
6	Боливия	1,24	1,2	22
7	Австралия	1,20	1,2	89
8	Россия	1,12	1,2	45
9	США	1,03	0,9	25
10	Аргентина	1,02	1,1	bd.
11	Остальные страны	4,77	4,8	57

**Таблица 6**
**Производство золота [2]**

Место в рейтинге	Государство/Регион	2017 г.	2018 г.	запасы
		тонн		
	Мир	3181	3261	54 100
1	Китай	426	400	2 000
2	Австралия	301	310	9 800
3	Россия	270	295	5 300
4	США	237	210	3 000
5	Канада	164	185	2 000
6	Перу	151	145	2 600
7	ЮАР	137	120	6 000
8	Гана	128	130	1 000
9	Мексика	126	125	1 400
10	Узбекистан	104	105	1 800
11	Остальные страны	1137	1236	19 200

Электроэнергия используется, прежде всего, в процессе электролитического рафинирования меди. Содержание меди в руде, даже после обогащения, составляет только 2 % (табл. 7), поэтому выгоднее перерабатывать руду на местах её добычи, чем транспортировать её поездом на заводы, которые находятся в долинах, например, в Лиме, где концентрируется почти половина промышленного производства Перу. Как было сказано выше, плотность меди высокая, больше чем у железных руд, поэтому вагоны нужно наполнять не полностью, дабы не превысить допустимую нагрузку на ось.

**ЭРНЕСТ МАЛИНОВСКИЙ И ГЕНРИ МЕЙГГС – ВЫДАЮЩИЕСЯ ЛИЧНОСТИ**

Две личности, без которых Центральная железная дорога Перу не была бы построена, это – польский инженер Эрнест Малиновский и американский предприниматель Генри Мейггс. Их знания, смелость, иногда даже дерзость, умение располагать к себе людей сделали возможным строительство этой уникальной железной дороги. Применённые технические решения, несмотря на сложные рельефные и климатические условия, вызывают восхищение до сих пор. Тем более, что все строительные работы выполнялись обыкновенными лопатами, кирками, одноколёсными тачками, а сам проект был разработан на чертёжной доске с использованием карандаша, чертёжного треугольника и лекала.

## Переработка медной руды

Этап	Процесс	Описание процесса	Химическая реакция	Примечания
1	Дробление и измельчение	Дробление руды в крупных шаровых мельницах	—	Содержание меди в порошке составляет ~2 %
2	Пенная флотация	Смешивание руды с парафиновым маслом с целью получения гидрофобной поверхности минерала и водяная ванна с пенообразователем. За счёт закачивания воздуха пена собирает частицы минерала на поверхности воды, в то время как безрудные остатки падают на днище резервуара	—	Содержание меди в получаемой массе составляет ~25 %
3	Обжигание	Обжигание концентрата руды, извлечённого в процесс пенной флотации, т.е. преобразование обогащённой руды меди в смесь сульфидов меди при температуре 500–700°C	$2 \text{CuFeS}_2 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{FeO} + 2 \text{CuS} + 2 \text{SO}_2$	Токсичный $\text{SO}_2$ может быть использован для производства $\text{H}_2\text{SO}_4$
4	Плавка с вводом флюсов	Кальцинат подогревается до температуры > 1200°C с флюсами, например, $\text{SiO}_2$ , или $\text{CaCO}_3$ , в результате образуется шлак, который легко отобрать, и медный штейн, т.е. сульфид железа и сульфид меди	$\text{FeO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ (шлак) $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Cu} + \text{SO}_2$	
5	Переработка конвертерного штейна в конвертерную медь	Окисление медного штейна в шахтной печи	$2 \text{FeS} + 3 \text{O}_2 + 2 \text{SiO}_2 \rightarrow 2 \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2 + 2 \text{SO}_2$ $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Cu} + \text{SO}_2$	Для получения меди применяется блистер
6	Разливка меди	Процесс разливки осуществляется в карусельной машине. Поверхность анода составляет около 1 м <sup>2</sup>	—	Чистота полученной меди составляет 99 %
7	Электролитическое рафинирование	Процесс осуществляется в электролитическом очистном резервуаре в растворе $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (200 А, 1,3 В) и заключается в электролитическом растворении анода и одновременном осаждении катодной меди на днище резервуара; нерастворимый шлак содержит Au, Ag, Pt и Sn (для использования)	anod: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-$ katod: $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	Чистота полученной меди составляет 99,99 %

Источник: разработано автором статьи.

Эрнест Малиновский (1818–1899) родился в богатой дворянской семье на Волыни (его дед со стороны матери был Подольским воеводой) [1; 7]. Семье Малиновских принадлежало поместье в Рожичной на Подоле, которое было конфисковано царским правительством после ноябрьского восстания. У Эрнеста были два брата и сестра – старшие сестра Леонтина (умерла до 1831 г.) и брат Рудольф, а также младший брат Зигмунд. В 1827–1831 гг. юный Эрнест учился в Кшеменецком лицее. После ноябрьского восстания 1831 года,

в котором участвовали брат Рудольф (вступил в повстанческую армию) и отец Якуб (был послом повстанческого сейма), братья Эрнест и Зигмунд с мамой (Анной Малиновской) уехали в Галицию. После подавления восстания Анна вместе с младшим сыном Зигмундом вернулась на Волынь, в то время как отец с двумя сыновьями (Эрнестом и Рудольфом) уехали в Дрезден, а потом в Париж. Во Франции Эрнест продолжил учёбу в «Лицее Людовика Великого» (Lycée Louis-le-Grand) в Париже, а потом в знаменитой «Политехнической



## Баланс первичной энергии в странах Южной и Центральной Америки (2019 г.)

		Нефть	Газ	Каменный уголь	Атомные электростанции	Водные электростанции	ВИЭ
Аргентина	%	34,3	49,4	0,7	2,2	9,5	4,0
Бразилия		38,1	10,4	5,3	1,2	28,7	16,3
Чили		45,8	14,1	17,1	—	11,2	11,6
Эквадор		66,8	3,1	—	—	29,7	1,0
Колумбия		36,5	25,2	13,4	—	23,9	1,1
Перу		43,7	25,8	1,9	—	24,3	4,6
Тринидад и Тобаго		11,6	88,9	—	—	—	0,0
Венесуэла		31,7	42,7	0,1	—	25,3	0,1
Остальные		62,2	7,7	5,5	—	17,8	6,7
Всего		41,4	20,8	5,2	0,8	22,3	9,5

Источник: BP Statistical Review of World Energy, 2019.



**Эрнест Малиновский**

школе» (École Polytechnique) и в «Национальной школе мостов и дорог» (École nationale des ponts et chaussées). Получив диплом инженера, Малиновский начал работать на строительстве железной дороги «Париж—Гавр» в 1838 г., а в 1839 г. участвовал в строительстве дорог и порта в Алжире. Принимал участие в работах на реке Маас возле границы с Бельгией, а также в работах по улучшению судоходных условий на реке Шер. Южноамериканский период жизни

Малиновского начался в 1852 г., когда он заключил семилетний договор о «трудоустройстве в качестве правительственного инженера» в Перу, для [10]:

- разработки проектов дорог и мостов;
- надзора над выполнением строительно-мелиорационных инвестиций;
- составления топографических карт;
- обучения местных технических кадров.

В Перу Малиновский отправился на корабле, вместе с двумя французскими инженерами — Эмилем Шевалье и Шарлем Фрагеттом. На месте он организовал первую техническую школу — Escuela Central de Ingenieros Civiles и организацию, объединяющую инженеров — Comisión Central de Ingenieros Civiles. Первыми работами, в которых принял участие Малиновский, были проекты мощения улиц и площадей в Арекипе и модернизация каменного моста Идзакучака (Izacuchaca). Договор был продлён Малиновским ещё на три года в 1858 г. Первыми железными дорогами, которые проектировал Эрнест Малиновский были [3]:

- Писко—Ика (74 км) в 1859 г., вместе с Марио Аллеоном и Герритом Бакусом;
- Чимботе—Уараз (277 км; было построено лишь 136 км по причине финансовых затруднений) в 1864 г., совместно со Стивеном Кросби и Д. Н. Паддисоном. Разница уровней на этой дороге составляет >3000 м. Э. Малиновский выполнял также надзор за работами.

Во время войны за независимость Перу с Испанией в 1866 г. Малиновский был

назначен главным инженером в порту Кальяо, где вместе с Фелиппе Арансибой и Хосе Корнелио Борда подготовил проект укрепления порта. Он участвовал и в обороне порта, сражаясь на валах форта Санта-Роза. При защите порта Малиновский применил множество новаторских инженерных решений. Он использовал крупнокалиберные пушки, которые остались ещё после Гражданской войны в США. Их оснастили броней и разместили на железнодорожных платформах, чтобы пушки могли легко менять своё положение. Это значительно увеличило подвижность артиллерии и создавало у противника впечатление, что у обороны больше орудий, чем на самом деле. В знак признания заслуг Эрнеста Малиновского перед народом Перу, он получил диплом, медаль и почётное гражданство.

Самым большим делом жизни инженера Малиновского было участие в проектировании и строительстве Центральной железной дороги Перу. В 1868 г. он начал сотрудничество с Генри Мейггсом, предпринимателем из США, который получил заказ на разработку технико-экономического обоснования железной дороги и поручил эту задачу Э. Малиновскому. После набора команды и восьми месяцев работы в апреле 1869 г. Малиновский передал Г. Мейггсу подробный отчёт. И уже в декабре 1869 г. был заключён (говорят, что без взяток не обошлось) договор между компанией Г. Мейггса и правительством Перу о строительстве Центральной железной дороги, которую должны были построить в течение шести лет за 27,6 млн песо (~ 22 млн долларов США). Э. Малиновскому как главному инженеру был поручен надзор над строительством линии. Точно было прописано, что:

- стоимость строительства дороги профинансирует перуанское правительство, а расчёт с исполнителями будет производиться путём передачи купонов с годовыми процентами;
- выплата вознаграждений инженерам и рабочим осуществляется Г. Мейггсом из его фондов;
- компания Г. Мейггса выкупит у частных владельцев земельные участки, расположенные на трассе будущей железной дороги;
- правительство передаст безвозмездно государственные земельные участки.



*Генри Мейггс.*

Работы начались в январе 1870 г., и на первом этапе при строительстве участка дороги через долину реки Римак всё шло без затруднений. Сложности начались на 54-м км на высоте 860 м н.у.м. на станции Чосика (Chosica), где начинался горный рельеф. Среди нанятых рабочих в основном были перуанские индейцы, чилийцы, китайские кули, итальянские эмигранты и афроамериканцы, в общем итоге около десяти тысяч человек. Э. Малиновский лично выполнял надзор за работами, вёл бухгалтерию, напрямую устанавливал связи с поставщиками подвижного состава и строительных материалов, а также наблюдал за обеспечением соответствующих условий труда и своевременной выплатой вознаграждений нанятым людям.

Порой он лично поднимался на крутые горные склоны, чтобы обеспечить техническое решение того или иного вопроса, или спускался по канату в пропасть, дабы обследовать прочность почвы в местах установки мостовых быков. Он считал себя частью команды — работал, ел и спал вместе со всеми, вместе со всеми страдал и от сложного перуанского климата: днём — жара, а ночью — морозы.

В 1874 г. правительство приостановило финансирование строительства. Тогда Г. Мейггс и Э. Малиновский стали финансировать дорогу из собственных фондов.

Инновационным техническим решением на этой дороге являлись так называемые зигзаги и реверсы, т.е. двойная смена на-





**Локомотивы серии GE C30-7 № 1008 + 1009 на стальном мосту между Рио Бланко (134-й км, 3506 м н.у.м.) и Сан-Матео (14.07.2013 г.). Фотография Kabelleger / D. Gubler.**

правления движения, которые позволяли сохранить максимальный уклон 40 ‰ для железнодорожной линии. Это был впечатляющий успех, после которого Эрнест Малиновский был признан выдающимся инженером, о чём писали технические журналы в Перу и по всему миру. Первый участок Центральной железной дороги протяжённостью в 141 км между Кальяо и Чикла (Chicla) был открыт для эксплуатации в мае 1878 г. Малиновский тем временем уехал в соседний Эквадор, где участвовал в строительстве железнодорожной линии Гуаякиль—Кито, в том числе участков Чимбо и Сибамбе (Sibambe), расположенных в горных частях Западных Кордильер. В 1879—1881 гг. в Перу шла война с Чили, по этой причине строительство железной дороги было приостановлено. В Перу Малиновский вернулся в 1886 г., чтобы вместе с другими польскими эмигрантами В. Фалькерским и К. Вакульским участвовать в строительстве железнодорожной линии Тарма—Ла-Мерсед. В 1890 г. Малиновский стал пайщиком Перуанской Корпорации, образованной, в том числе, с целью завершения строительства Центральной Андской железной дороги: в 1893 г. был построен ещё один (очень важный) участок до станции Ла-Оройя.

Эрнест Малиновский был не только выдающимся инженером, он был очень талантливым организатором. Инженер

Малиновский часто бывал среди элиты общества Перу, богатых и влиятельных людей. Жил в элегантной гостинице в Лиме, вёл открытый дом, в котором принимал много гостей, нанимал французского повара. Часто приглашался в дома высших слоёв общества. Малиновский занимался филантропической деятельностью. Был автором двух книг: «Деньги Перу», Лима, 1856 г. и «Центральная Андская железная дорога Перу», Лима, 1869 г.» (La moneda en el Perú и Ferrocarril Central-Transandino), а также нескольких статей для институтского «Шахтёрского бюллетеня» (Boletín de Minas). Малиновский был большим ценителем классической и современной литературы.

Стоит отметить, что Эрнест Малиновский всегда старался помогать польским эмигрантам. Он устроил на работу инженеров: А. Бабинского, В. Фолькерского, Э. Хабихова, В. Клюгерова, А. Мечниковского и К. Вакульского. Помогал биологам К. Иельскому и И. Семирадзскому.

Умер Эрнест Малиновский в 1899 г. от инфаркта, был похоронен с почестями как национальный герой на кладбище «Пастор Матиас Маэстро» (Presbitero Maestro) в Лиме. В 1999 г. вблизи станции Тиклио был открыт памятник Эрнесту Малиновскому. Автором памятника стал известный польский скульптор Густав Казимеж Земла (автор знаменитых «Крыльев», установлен-



**Паровоз с колёсной парой ширины 914 мм производства фирмы Baldwin из США на станции Уанкайо (20.03.2010 г.). Фотография N. Öberg.**

ных в Катовицах). Памятник был сделан из гранита в Польше. На нём написано на испанском и польском языках: *Эрнест Малиновский, 1818–1899. Польский инженер, перуанский патриот, герой обороны Кальяо 1866, строитель Центральной железной дороги.*

Генри Мейггс (1811–1877) родился в Катскилле (Catskill), в штате Нью-Йорк в США, был третьим из девяти детей Илайи и Фенни Мейггсов [9; 12]. Отец управлял верфью, в которой начинал работать и молодой Генри. Но став самостоятельным, Генри решил заняться торговлей древесиной. Успеха не добился, два раза обанкротился. Когда появилась информация о залежах золота в Калифорнии («золотая лихорадка») в начале 1850-х, Мейггс отправился в другой конец страны в Сан-Франциско на корабле, гружённом древесиной. Тогда ещё не было железной дороги вокруг, также как и Панамского канала<sup>7</sup>. Мейггс правильно рассчитал, что для строительства нового города древесина потребуется сразу и в больших количествах. Его расчёты оправдались (прибыль от реализации древесины была почти двадцатикратная). На заработанные деньги, на набережной North Beach, Мейггс построил склад, лесопильный завод, и верфь, чтобы

завозить и обрабатывать лес и предоставлять портовые услуги. Высокий спрос на древесину сохранялся, так как город продолжал развиваться, поэтому компания Генри Мейггса чувствовала себя хорошо. Но Генри Мейггс прославился ещё и как знаменитый оратор и талантливый организатор, поэтому он решил стать городским депутатом. В 1853 г. Мейггс решил построить пирс, уходящий в море на 650 м. Инвестиция оказалась провальной по причине сильных морских течений. Ко всему «золотая лихорадка» постепенно начала затухать, а количество жителей – уменьшаться. Рынок недвижимости погрузился в очередной кризис. Генри Мейггс к тому времени набрал кредитов и расплатился по ним деньгами из городских фондов. По этой «криминальной» причине он очень быстро собрался и покинул США вместе с семьёй, забрав всё своё имущество на корабль. После трёх месяцев путешествий Генри прибыл в Чили и направил свою активность на проекты строительства железных дорог. Первый заказ он получил в 1857 г. и до 1867 г. построил более 300 км железных дорог. Наряду с предпринимательской деятельностью он активно участвовал в общественной жизни и благотворительных акциях. В 1868 г. перебрался в Перу, где построил более 1100 км железных дорог, в том числе Центральную железную дорогу в сотрудничестве с Эрнестом Малинов-

<sup>7</sup> Построен в 1904–1914 гг., а официально открыт в 1920 г.







**Железнодорожная станция Chosica (54-й км, 860 м н. у. м.) (21.03.2010 г.). Фотография N. Öberg.**

ским. Это позволило ему накопить значительный капитал и рассчитаться с долгами на родине, куда он всё-таки планировал когда-нибудь вернуться. К 1873 г. Мейггс выплатил все долги с процентами. Но в США, в конечном счёте, так и не вернулся и до конца жизни оставался в Перу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Центральная Андская железная дорога Перу, построенная на переломе XIX–XX вв. была грандиозным проектом. Несмотря на очень скромный бюджет, при отсутствии каких бы то ни было технологий строительства железных дорог, он был всё-таки осуществлён. Проект и строительство дороги были выполнены в основном иностранцами, в том числе американским бизнесменом Г. Мейггсом и польским инженером Э. Малиновским. В настоящее время, половину от перуанского экспорта составляют металлы, в том числе медь и золото, которые добывают в Андах, поэтому Центральная железная дорога всё так же активно эксплуатируется, генерируя значительную прибыль для государства. Наряду с огромным значением Центральной Андской дороги для экономики Перу, проезд по всему маршруту можно смело назвать «путешествием за незабываемыми впечатлениями», которое свидетельствует о стремлении человека покорить и обустроить новые территории, что без вклада железной дороги было бы невозможным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bartkowiak, D. Ernest Malinowski, konstruktor kolei transandyjskiej, Poznań 1996.  
2. Bernhardt, D., Reilly, J. F. II Mineral commodity summaries 2019. Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 28 February 2019.

3. Bielicki, Z. Wyżej niż kondory Poznaj Świat R. XXVIII, nr. 9 (334), wrzesień 1980.

4. Binns, D. The Central Railway of Peru and the Cerro de Pasco Railway. Skipton: Trackside Publications, 1996.

5. Camacho, S. Los Ferrocarriles del Perú, Colección de leyes, decretos, contratos y demás documentos relativos a los ferrocarriles, del Perú, hecha de orden de D. Enrique Meiggs. Tomo I, Lima, Imprenta del Estado, calle de la Rifa N° 58. 1876.

6. Fawcett, B. Railways of the Andes (2<sup>nd</sup> ed.). East Harling: Plateway Press 1997.

7. Inżynierowi Ernestowi Malinowskiemu w setną rocznicę śmierci *Zeszyty Naukowo-Techniczne Oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie*, t. 4, Kraków 1999.

8. Marshall, J. The Guinness Railway Book. *Enfield: Guinness Books* 1989.

9. Myers, E. P. South America's Yankee Genius, Henry Meiggs. *New York Messner*, 1969.

10. Raczko, D. Ernest Malinowski – koleją między chmurami. *National Geographic* 12/1999.

11. Securities and Exchange Commission Washington, D.C. 20549 Form S-4 Registration Statement Under The Securities Act Of 1933 The Doe Run Resources Corporation. As Filed with the Securities and Exchange Commission on May 11, 1998. [Электронный ресурс]: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1061112/0001047469-98-018990.txt>.

12. Stewart, W., Henry Meiggs, Yankee Pizarro, Durham, N.C., *Duke University Press*, 1946.

13. The Atlas of Economic Complexity. Harvard Growth Lab's research and data visualization tool used to understand the economic dynamics and new growth opportunities for every country worldwide. [Электронный ресурс]: <https://atlas.cid.harvard.edu/explore?country=173&product=undefined&year=2018&productClass=HS&target=Product&partner=undefined&startYear=1995>.

14. The World Copper Factbook 2010. International Copper Study Group.

15. Thomson I. The dieselization of the Central Railway of Peru. *Diesels & Electrics*. 1: 54–9, 2003.

16. United States Securities And Exchange Commission Washington, DC 20549 Form 10-Q/A (Amendment No. 1) Quarterly Report Pursuant To Section 13 OR 15(d) Of The Securities Exchange Act Of 1934 For the quarterly period ended April 30, 2006. [Электронный ресурс]: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1061112/000101124006000058/doerun10qa2dqr 1019 06.html>.

17. Whetham, R. D. Railways of Peru. Vol. 2. The Central and Southern Lines. Bristol: Trackside Publications 2008.

18. Camacho, Simón. Los Ferrocarriles del Perú. Volume I, 1876. Government Printing Office, Calle de la Rifa N° 58, Lima, pp. 115–116. ●