1990

Ю. Ломоносовъ.

НАУЧНЫЯ ПРОБЛЕМЫ

ЭКСПЛУАТАЦІИ

ЖЕЛѢЗНЫХЪ ДОРОГЪ.

Ш Р О В А Н О 1907

2-ое изданіе
исправленное и дополненное.

ОДЕССА.
Тип. Акціонернаго Южно-Русскаго О-ва Печатнаго Дѣла
(Пушкинская ул., соб. д. № 18).

Предисловіе ко 2-му изданію.

Первое изданіе „Проблемъ“ разошлось въ семь мѣсяцевъ. Это указываетъ, что вопросы, въ нихъ затронутые, дѣйствительно жизнены, и даетъ мнѣ смѣлость выпустить второе ихъ изданіе.

Исправленія, введенныя въ него, касаются двухъ ошибокъ, допущенныхъ въ первомъ изданіи. Именно въ немъ былъ неправильно опредѣленъ % аммортизаціи, и въ примѣрахъ, которыми оно заканчивалось, было допущено нѣсколько ариѳметическихъ ошибокъ. Что же касается дополненій, то помимо увеличенія числа примѣровъ и болѣе подробнаго разсмотрѣнія вопроса объ опытахъ надъ типами паровозовъ, они выразились въ попыткѣ переработать отчеты русскихъ желѣзныхъ дорогъ за 1911 г. по схемѣ „Проблемъ“. Работа эта была исполнена Р. Н. Розенъ, которой я считаю долгомъ выразить свою глубокую признательность.

Ю. Ломоносовъ.

Царское Село,
15 апрѣля 1913.

Цѣль этой книги.

Я не стану останавливаться на той роли, которую играютъ желѣзныя дороги въ современной жизни народовъ и на томъ колоссальномъ переворотѣ, который внесло ихъ распространеніе во всѣ стороны соціальной жизни. Въ настоящей книгѣ это было бы едва ли умѣстнымъ. Я позволю себѣ лишь замѣтить, что появленіе желѣзныхъ дорогъ создало новую эру въ жизни человѣчества и является однимъ изъ самыхъ поразительныхъ произведеній его творческаго генія. Если бы это не было такъ, то чѣмъ же объяснить тѣ грандіозныя затраты денегъ и труда, которыхъ не жалѣютъ на лихорадочное ихъ развитіе? Ни одно предпріятіе не требуетъ такихъ затратъ, какъ проведеніе желѣзныхъ дорогъ, и ни одно предпріятіе не закрѣпляетъ такъ безвозвратно свой основной капиталъ,

какъ желѣзныя дороги. Фабрику или заводъ, хотя и съ большими затратами, можно перенести на другое мѣсто, а желѣзную дорогу ни въ коемъ случаѣ. Не смотря на это, рельсовая сѣть міра растетъ съ неослабѣвающей быстротой 20000 верстъ въ годъ и достигаетъ нынѣ безъ вторыхъ и станціонныхъ путей почти милліона верстъ. Чтобы отдать себѣ отчетъ въ этой чудовищной цифрѣ, я позволю себѣ напомнить, что окружность земного шара по экватору равна почти 40000 верстъ, иными словами, рельсовой сѣтью можно было бы опоясать земной шаръ по экватору 25 разъ! На сооруженіе этой сѣти человѣчество затратило около 90 милліардовъ рублей, т. е. въ $2^1/_2$ раза больше золота, чѣмъ его есть вообще въ обращеніи на земномъ шарѣ.

Само собой разумѣется, что тѣмъ выгодамъ, которыя побудили человѣчество на подобныя затраты, мы обязаны вовсе не рельсовымъ путямъ въ буквальномъ смыслѣ этого слова. Отнюдь нѣтъ, рельсы, какъ таковые, были извѣстны еще египтянамъ, ими пользовались, по свидѣтельству Цезаря, и римляне для перевозки стѣнобитныхъ орудій. Правда, то были каменные, а не металлическіе рельсы, но развѣ появленіе этихъ послѣднихъ, отно-

сящееся къ 1738 г., создало желѣзныя дороги въ современномъ смыслѣ слова? Конечно нѣтъ, онѣ появились лишь тогда, когда желѣзная настойчивость Стефенсона создала паровозъ. Съ другой стороны и примѣненіе пара къ повозкамъ имѣетъ до Стефенсона тоже длинную исторію, восходящую къ 1680 г., когда безсмертный Ньютонъ составилъ первый проэктъ двигателя этого рода. Первое же осуществленіе этой идеи принадлежитъ французскому офицеру Кюньо и относится къ 1770 г.

„Такимъ образомъ“, по справедливому выраженію проф. Романова [1]): „въ началѣ XIX столѣтія были на лицо два основныхъ элемента нынѣшнихъ желѣзныхъ дорогъ—рельсовый путь и паровой двигатель, все дѣло въ томъ, чтобы слить ихъ въ одно цѣлое“.

Это то и сдѣлалъ Джорджъ Стефенсонъ.

Дальнѣйшее же развитіе желѣзныхъ дорогъ характеризуется съ одной стороны развитіемъ этихъ двухъ техническихъ элементовъ и нарожденіемъ третьяго—организаціи перевозокъ, значеніе котораго растетъ вмѣстѣ съ ростомъ движенія. По морямъ движеніе судовъ можетъ совершаться почти безо

---

[1]) Романовъ. Паровозы. Стр. 432.

всякой регламентаціи, на рѣкахъ, особенно съ узкимъ фарватеромъ, она уже нужна, въ каналахъ и шлюзованныхъ частяхъ рѣкъ она неизбѣжна, на желѣзныхъ же дорогахъ, гдѣ раіонъ движенія ограниченъ рельсовой колеей, отсутствіе регламентаціи исключало бы возможность ихъ существованія. Первоначально такая регламентація преслѣдовала только интересы безопасности, и потому вся организація перевозокъ сводилась къ предотвращенію наѣзда одного поѣзда на другой. Но затѣмъ, по мѣрѣ развитія желѣзнодорожнаго движенія, къ организаціи перевозокъ стали предъявлять еще требованіе срочности ихъ, а затѣмъ и дешевизны. При современномъ же положеніи дѣла трудно сказать, какое изъ этихъ требованій имѣетъ наибольшее значеніе.

Здѣсь небезынтересно отмѣтить, что, какъ это ни странно, тѣ же три фазиса, которые пережили желѣзныя дороги въ общемъ своемъ развитіи, приходится у насъ переживать и каждой дорогѣ въ отдѣльности. Дороги у насъ строятся обычно безъ всякихъ соображеній о грядущей эксплуатаціи, о которой по большей части построечные инженеры имѣютъ весьма смутное понятіе. Въ основу постройки кладутся лишь соображенія прочности и устой-

чивости, т. е. безопасности, а также дешевизны самой постройки. Къ этому періоду надо отнести и первые годы эксплуатаціи, во время которыхъ главное вниманіе обращено на исправленіе дефектовъ постройки, т. е. на приведеніе дороги въ состояніе, гарантирующее безопасность движенія.

Затѣмъ, по мѣрѣ роста движенія, дорогѣ приходится все болѣе и болѣе сталкиваться съ требованіемъ срочности, которое можно формулировать, какъ требованіе, что она обязана перевезти предъявленные грузы въ опредѣленный, хотя, быть можетъ, и продолжительный, срокъ. Чѣмъ больше дорога перерастаетъ ту пропускную способность, которою ее снабдили строители, тѣмъ чаще происходятъ нарушенія этого требованія, и тѣмъ острѣй становится передъ ней необходимость, ради удовлетворенія этого требованія, развивать станціи, открывать разъѣзды, укладывать вторые пути, вводить блокировку и т. п. Такими работами и характеризуется второй періодъ развитія, изъ котораго еще не вышло большинство нашихъ дорогъ.

Наконецъ, послѣ того какъ между ростомъ движенія и пропускной способностью наступаетъ полное равновѣсіе, дорога вступаетъ въ третій періодъ, во время котораго пре-

обладающее значеніе получаетъ требованіе дешевизны перевозокъ: начинаютъ улучшать подвижной составъ, смягчаютъ подъемы, вводится спеціализація поѣздовъ и т. п.

Нужно ли, однако, всѣмъ дорогамъ переживать эти три періода?

Конечно, нѣтъ; если бы постройка дороги была строго согласована съ требованіями предстоящей эксплуатаціи, и все развитіе ея съ первыхъ же шаговъ шло по опредѣленному плану, она могла бы сразу вступить въ третій періодъ и тѣмъ сберечь милліоны народныхъ рублей отъ безполезной растраты. Къ сожалѣнію, мы живемъ всегда только задачами даннаго момента и умышленно закрываемъ глаза на будущее. Поэтому всякое усиленіе движенія ставитъ насъ въ тупикъ, и всѣ соображенія о томъ, какъ везти подешевле, отходятъ на задній планъ передъ грознымъ вопросомъ, какъ бы вообще протолкнуть то количество грузовъ, которое свалилось къ намъ, какъ бы съ неба. Ради этой цѣли мы готовы нерѣдко идти на самыя рискованныя мѣры, въ родѣ полнаго разрушенія нашего товарнаго парка, утѣшая себя словами маркизы де Помпадуръ: „Après nous le déluge“. По-видимому, однако, по крайней мѣрѣ въ вагонномъ дѣлѣ, потопъ этотъ не такъ ужъ далекъ.

Чѣмъ же обуславливается у насъ, такое отсутствіе планомѣрности въ дѣлѣ организаціи перевозокъ, являющееся, безъ всякаго сомнѣнія, одной изъ основныхъ причинъ малой доходности многихъ нашихъ дорогъ?

Отвѣтъ на этотъ вопросъ очень простъ. У насъ нѣтъ достаточнаго количества подготовленныхъ спеціалистовъ въ этой области, и вообще ей отводится, вопреки очевидности, и въ нашихъ техническихъ школахъ и въ повседневной практикѣ какое то второстепенное, незамѣтное мѣсто.

Начнемъ съ спеціальныхъ школъ. Изученіе желѣзнодорожнаго дѣла въ большинствѣ изъ нихъ сводится, съ одной стороны, къ изученію желѣзнодорожнаго пути и искусственныхъ сооруженій, а съ другой стороны—къ изученію паровозовъ, разсматриваемыхъ исключительно, съ узко-механической точки зрѣнія, какъ комбинацію котла и повозки машины. Объ организаціи же перевозокъ на желѣзныхъ дорогахъ если и говорится, то только вскользь, да и то въ объемѣ, не превосходящемъ обычно того, что можно найти въ инструкціи составителей и кондукторовъ. Мнѣ приходилось слышать, что это и естественно, такъ какъ вопросы собственно желѣзнодорожнаго движенія не могутъ служить

объектомъ научнаго изложенія. Насколько это вѣрно, мы увидимъ ниже, теперь же я только скажу, что при такомъ способѣ преподаванія студентъ совершенно не получаетъ понятія о задачахъ организаціи перевозокъ и выходитъ изъ высшей школы съ совершенно ложнымъ взглядомъ, что желѣзнодорожное дѣло исчерпывается рядомъ не связанныхъ между собой техническихъ вопросовъ въ области желѣзнодорожнаго пути и паровозовъ. Понятіе же о желѣзнодорожномъ механизмѣ, какъ о цѣломъ, оказывается совершенно внѣ поля его зрѣнія. И, какъ это ни странно, многіе изъ желѣзнодорожныхъ инженеровъ сходятъ въ могилу съ такимъ одностороннимъ взглядомъ, хотя по ироніи судьбы они прошли на своемъ жизненномъ пути всѣ ступени желѣзнодорожной іерархіи до начальника дороги включительно.

Тоже самое мы видимъ и въ жизни. Для должности помощника начальника участка тяги или пути давно уже требуется обязательно высшее техническое образованіе, въ то время, какъ для занятія самыхъ отвѣтственныхъ должностей по службѣ движенія, до начальника службы включительно, образовательный цензъ полкового писаря еще недавно считался вполнѣ достаточнымъ. На-

сколько высшее техническое образованіе при современной его постановкѣ, вообще говоря, можетъ быть полезно для желѣзнодорожнаго дѣятеля, это вопросъ другой, но эта разница въ требованіяхъ къ дѣятелямъ разныхъ службъ чрезвычайно типична для всего склада нашей желѣзнодорожной администраціи. А между тѣмъ позволительно думать, что выборъ агентовъ службы движенія, въ смыслѣ подготовки и способности, долженъ бы производиться съ гораздо большей осмотрительностью, чѣмъ соотвѣтственныхъ агентовъ сл. тяги и пути, такъ какъ они имѣютъ гораздо большее вліяніе на общій ходъ желѣзнодорожнаго хозяйства. Можетъ ли развѣ начальникъ участка пути или тяги принести дорогѣ такіе убытки, которые создаются замѣшательствомъ движенія, вызываемымъ нерѣдко нераспорядительностью или недосмотромъ со стороны начальниковъ отдѣленій или ревизоровъ движенія. Тоже самое и съ вознагражденіемъ. Лучше всего оплачивается у насъ трудъ агентовъ сл. пути, наиболѣе далекихъ отъ движенія поѣздовъ, т. е. самой сути желѣзнодорожнаго дѣла. Труженики же, несущіе на себѣ всю тягость этого отвѣтственнаго дѣла, получаютъ гроши.

Мнѣ скажутъ, что все это происходитъ

потому, что дѣло движенія поѣздовъ не требуетъ отъ агентовъ, его выполняющихъ, никакой технической подготовки. Это вѣрно, да и то не совсѣмъ, лишь по отношенію къ техникѣ движенія поѣздовъ и совершенно отпадаетъ, если мы будемъ говорить объ организаціи перевозокъ во всей полнотѣ этого слова. Напротивъ, правильная организація желѣзнодорожнаго движенія требуетъ глубокихъ познаній и въ области экономической политики и въ области техники, ибо она немыслима безъ тонкаго пониманія особенностей рельсоваго пути и особенно желѣзнодорожнаго двигателя—паровоза. Этихъ познаній наши дѣятели по движенію, даже украшенные академическимъ знакомъ, обычно вовсе не имѣютъ, и потому въ дѣлѣ организаціи перевозокъ имъ приходится обычно идти вразбродъ съ завязанными глазами, ощупью, наугадъ, или слѣдовать избитыми путями, освященными давностью.

Самое скверное въ нашемъ дѣлѣ то, что результаты нашихъ ошибокъ, нашей безхозяйственности не замѣтны сразу; въ нашемъ дѣлѣ, какъ справедливо указалъ основатель науки желѣзнодорожнаго хозяйства Уиллигтонъ, „нѣтъ такихъ оздоравливающихъ неудачъ, которыя открываютъ ошибки невѣжды

всему міру и ему самому. Плохо спроэктированный мостъ провалится, плохо спроэктированный котелъ взорвется, плохо спроэктированная плотина будетъ размыта, и невѣжество строителя будетъ такимъ образомъ обнаружено; въ желѣзнодорожномъ же дѣлѣ поверхностное знакомство съ геодезіей и небольшая практика позволяютъ всякому среднему человѣку, не обладающему никакими инженерными знаніями въ широкомъ смыслѣ этого слова, построить между двумя любыми пунктами земной поверхности рельсовый путь, по которому безопасно будутъ ходить паровозы и въ которомъ, при осмотрѣ изъ заднихъ оконъ вагонъ-салона, что обычно является единственнымъ его испытаніемъ, не будетъ никакихъ бросающихся въ глаза недостатковъ“.

„Къ несчастью, природа“, сожалѣетъ Уиллигтонъ, „не дала паровозу чудесныхъ свойствъ ученаго пойнтера мистера Джингля (Записки Пиквикскаго Клуба), и онъ не отказывается идти по нелѣпо спроэктированной дорогѣ, какъ тотъ отказывался идти на ненадежный мостъ“ [1]).

На это мнѣ обычно возражаютъ, что дѣло уже вовсе не такъ безнадежно, какъ это го-

[1]) Wellington. Railway Location. 1901. стр. 2.

воритъ Уиллигтонъ, хотя-бы потому, что результаты эксплуатаціи каждой дороги учитываются въ отчетахъ которые являются какъ бы камертономъ въ нашей работѣ. Будемъ, однако, откровенны, много ли можно почерпнуть изъ отчетовъ, и часто ли ими пользуются въ дѣйствительности?

Во-первыхъ, измѣрители нашихъ смѣтъ и отчетовъ крайне несовершенны, скажу даже, въ корнѣ неправильны. Дѣятельность службы тяги, напримѣръ, они оцѣниваютъ расходами на 100 паровозоверстъ, и потому „хозяйственые" начальники тяги стараются по возможности уменьшить составы и увеличить непроизводительный пробѣгъ. Мнѣ самому не разъ приходилось спорить по этому поводу съ моими бывшими принципалами, и каждый разъ мое стремленіе пойти навстрѣчу службѣ движенія въ смыслѣ увеличенія составовъ, что, какъ мы увидимъ ниже, безусловно выгодно, встрѣчало въ нихъ горячій отпоръ и объяснялось моей молодостью, неопытностью и теоретичностью. Тоже самое и съ непроизводительнымъ пробѣгомъ. Никогда не забуду, какъ разъ на мое предложеніе обратить вниманіе службы движенія на то, что паровозы резервомъ идутъ въ обѣ стороны, я получилъ испуганный отвѣтъ: „что Вы... и

отлично: верстъ будетъ больше". Въ этомъ отношеніи „новая форма" смѣтъ, т. е. вѣрнѣе новая перегруппировка очередныхъ №№ смѣты Глушинскаго, не внесла ничего новаго: измѣрители остались тѣ же.

Во-вторыхъ, отчеты даютъ понятіе о вліяніи тѣхъ или иныхъ мѣропріятій на расходы дороги только послѣ того, какъ эти расходы произведены, но совершенно не позволяютъ предвидѣть впередъ, что вызоветъ та или иная мѣра. Между тѣмъ производство этихъ расходовъ можетъ отстоять отъ момента осуществленія тѣхъ мѣръ, которыми они вызываются, на нѣсколько лѣтъ. Такъ, напримѣръ, если мы вносимъ въ организацію перевозокъ такое измѣненіе, которое отражается на стоимости капитальнаго ремонта паровозовъ, то для того, чтобы рѣшить, полезно ли такое измѣненіе или вредно, надо ждать 5—6 лѣтъ, пока черезъ капитальный ремонтъ не пройдутъ паровозы, работавшіе исключительно при новой обстановкѣ.

На это можно возразить, что внести въ настоящее время дѣло эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ что-нибудь поразительно новое нельзя; между тѣмъ какъ отчеты всѣхъ дорогъ за все время ихъ эксплуатаціи представляютъ изъ себя такую сокровищницу факти-

ческаго матеріала, въ которой по всей вѣроятности можно найти достаточно данныхъ ддя рѣшенія любой жизненной задачи. Съ этимъ принципіально нельзя не согласиться, но къ сожалѣнію приходится признать во первыхъ, что, благодаря неправильнымъ измѣрителямъ и устарѣлости формы отчетовъ вообще, изъ нихъ многаго извлечь нельзя, а во вторыхъ, что въ теченіе послѣднихъ двадцати пяти лѣтъ, протекшихъ съ момента изданія труда проф. Чупрова „Желѣзнодорожное хозяйство“ они никѣмъ не изучаются и научно не обрабатываются. Рыться же въ тысячѣ томовъ отчетовъ при рѣшеніи каждой задачи желѣзнодорожной практики—конечно, невозможно. Для того, чтобы статистическій матеріалъ, собранный въ отчетахъ, не пропадалъ даромъ, для того, чтобы онъ могъ замѣнить если не паровозамъ, то намъ чудесныя свойства ученаго пса мистера Джингля, необходимо, чтобы онъ былъ переработанъ въ доступныя для повседневнаго пользованія формулы и таблицы. Иначе вся эта масса несистематизированныхъ цифръ можетъ сыграть для насъ роль тѣхъ духовъ, которыхъ Гейневскій волшебникъ сумѣлъ вызвать изъ преисподней, но которыхъ, забывъ заклинаніе, не могъ отправить туда обратно.

Итакъ, несомнѣнно научная обработка желѣзнодорожныхъ отчетовъ помощью всѣхъ тѣхъ средствъ, которыя находятся въ распоряженіи современной статистики и математики представляетъ одну изъ насущнѣйшихъ задачъ нашего дѣла. Не надо, однако, слишкомъ переоцѣнивать значеніе такой обработки. Мы уже видѣли, что форма ихъ настолько нецѣлесообразна, что многаго они дать не могутъ. Въ оправданіе творцовъ этой формы можно впрочемъ сказать, что они едва ли предвидѣли возможность научнаго изученія отчетовъ, а также то, что трудъ ихъ будетъ сжимать стальными клещами творческій духъ желѣзныхъ дорогъ десятки лѣтъ. Приходится признаться, что въ этомъ мы виноваты прежде всего сами. Какой шумъ мы подымаемъ, если намъ не хватаетъ паровозовъ или вагоновъ, а между тѣмъ мы стѣсняемся громко заявить что намъ въ нашей дѣятельности не хватаетъ свѣта, что при современныхъ формахъ желѣзнодорожнаго счетоводства и статистики мы идемъ впотьмахъ...

Что же, однако, намъ нужно? Какъ надо измѣнить форму смѣтъ и отчетовъ и какъ ихъ надо обрабатывать для того, чтобы они могли пролить свѣтъ на нашу дѣятельность и дать намъ возможность оцѣнивать наперед

послѣдствія тѣхъ или иныхъ измѣненій въ механизмѣ перевозокъ подобно тому, какъ они оцѣниваются въ мостахъ или въ паровыхъ машинахъ?

Чтобы отвѣтить на этотъ вопросъ, мы прежде всего должны совершенно ясно выяснить, чѣмъ измѣряется совершенство этого механизма, иными словами, какая организація перевозокъ есть наивыгоднѣйшая.

Я думаю, вы согласитесь со мной, что наивыгоднѣйшей организаціей движенія слѣдуетъ признать ту, при которой *заданное* количество грузовъ перевозится между опредѣленными пунктами дороги съ наименьшими денежными затратами. Въ этомъ опредѣленіи подчеркнуто умышленно слово „заданное“, ибо вполнѣ возможенъ такой случай, когда при организаціи, соотвѣтствующей наименьшимъ затратамъ, мы окажемся не въ состояніи вывезти всего количества предъявленныхъ грузовъ; и потому по условіямъ пропускной способности будемъ вынуждены предпочесть наивыгоднѣйшей въ денежномъ смыслѣ организаціи перевозки, другую—болѣе дорогую, но обезпечивающую перевозку всѣхъ предъявленныхъ грузовъ. Такое рѣшеніе вытекаетъ непосредственно изъ ст. 1 Общаго Устава Р. Ж. Д., согласно коей перевозка грузовъ составляетъ не право, а обязанность желѣзныхъ дорогъ.

Такимъ образомъ измѣрителемъ совершенства организаціи перевозокъ, при условіи выполненія ихъ всѣхъ, является стоимость себѣ пудоверсты или, чтобы не имѣть дѣла съ дробями, милліона пудоверстъ полезнаго груза. Поэтому для того, чтобы въ дѣлѣ эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ мы могли оперировать столь же увѣренно, какъ при разсчетѣ моста или паровой машины, намъ необходимо имѣть формулу, дающую математическую зависимость себестоимости милліона пудоверстъ нетто отъ всѣхъ факторовъ, опредѣляющихъ ея величину. Имѣя такую формулу, мы, не выходя изъ кабинета, съ карандашемъ въ рукѣ, будемъ въ состояніи подсчитать, что намъ можетъ дать та или иная мѣра, и выяснить путемъ разсчета, при какихъ условіяхъ издержки перевозки будутъ имѣть наименьшее значеніе.

Само собой разумѣется, что цифры, которыя войдутъ въ эту формулу, намъ придется брать изъ отчетовъ, и чѣмъ обширнѣй будетъ тотъ статистическій матеріалъ, который будетъ положенъ въ основу ихъ опредѣленія, тѣмъ съ большей увѣренностью мы будемъ имѣть право оперировать съ нашей

формулой. Поэтому необходимымъ условіемъ пользованія подобной формулой является согласованность съ ней формъ смѣтъ и отчетовъ; иными словами, видъ этой формулы дастъ намъ возможность уяснить себѣ, въ какомъ направленіи должно вестись ихъ измѣненіе для того, чтобы они давали пищу не только мышамъ, но и нашимъ созидательнымъ силамъ.

При этомъ естественно возникаетъ вопросъ, возможно ли вывести такую формулу, и не является ли мысль о ней лишь несбыточной фантазіей. Конечно, я не берусь въ этой книжкѣ дать такую формулу въ исчерпывающемъ ея значеніе видѣ, съ готовыми для любыхъ условій коеффиціентами, но установить общій видъ ея я попытаюсь; а также попытаюсь указать, что намъ нужно дѣлать для того, чтобы придать ей такой видъ, корый позволилъ бы намъ пользоваться ею во всѣхъ задачахъ желѣзнодорожной практики. Повторяю, я далекъ отъ мысли дать сейчасъ рѣшеніе всѣхъ этихъ задачъ, а позволяю себѣ лишь указать тѣ пріемы научнаго изслѣдованія желѣзнодорожной эксплуатаціи, которые могутъ гарантировать ихъ разрѣшеніе. Поэтому и настоящую книжку я назвалъ не „философскимъ камнемъ эксплуатаціи желѣзных дорогъ“, а лишь „научными ея проблемами“. Для того же, чтобы разрѣшить эти проблемы, надо еще много поработать, и работать въ этомъ направленіи нашъ священный долгъ, иначе мы заслужимъ себѣ участь раба лукаваго, ввереннаго въ мѣсто „идѣже есть плачъ и скрежетъ зубовный“.

Погашеніе строительной стоимости.

Ежегодныя издержки, которыя приходится нести собственнику желѣзной дороги, будь то государство или частное общество, слагаются изъ двухъ частей: эксплуатаціонныхъ расходовъ и издержекъ по погашенію строительной стоимости дороги. Пренебрегать расходами послѣдней категоріи, въ виду громадности тѣхъ капиталовъ, которые вложены въ желѣзнодорожныя предпріятія, нельзя ни въ коемъ случаѣ. На частныхъ дорогахъ, которымъ приходится фактически оплачивать свои облигаціонные займы, съ этимъ всегда и считаются, на казенныхъ же желѣзныхъ дорогахъ, покрывающихъ свои расходы изъ общихъ рессурсовъ государственнаго казначейства, этихъ расходовъ не опредѣляютъ вовсе. Чтобы показать, насколько это неосторожно, я позволю себѣ разобрать одинъ очень характерный примѣръ, взятый прямо изъ жизни.

Спеціальными изслѣдованіями, производившимися подъ моимъ руководствомъ на Екатерининской ж. д., выяснилось, что на одномъ изъ ея участковъ та часть эксплуатаціонныхъ расходовъ, которая зависитъ отъ типа паровоза, выражается для нормальнаго паровоза 0—4—0, цыфрой 21,2 руб. на милліонъ пудоверстъ брутто, а для паровозовъ 1—4—0 измѣненнаго китайскаго типа 19,9 руб. Такимъ образомъ, на основаніи этихъ данныхъ, выгодность перехода на разсматриваемомъ участкѣ къ паровозамъ китайскаго типа, казалось бы, не подлежала сомнѣнію. Однако, благодаря тому обстоятельству, что паровозы эти, будучи сильнѣе нормальныхъ всего на 20% и тяжелѣе на 31%, дороже ихъ на цѣлыхъ 44% (см. таблицу I), расходы на погашеніе ихъ первоначальной стоимости составляютъ 6,8 руб. на милліонъ пудоверстъ брутто, а для нормальныхъ 5,1 руб. Поэтому, если учесть и эти расходы, то окажется, что для нормальныхъ паровозовъ та часть стоимости милліона пудоверстъ брутто, которая зависитъ отъ типа паровоза, равняется 26,3 руб., а для китайскихъ 26,7 руб., т. е. выгода оказывается уже на сторонѣ первыхъ. Такимъ образомъ, въ данномъ случаѣ, мы приходимъ къ прямо противополож-

Таблица I.

Паровозы.	0-4-0	1-4-0	Разница въ %
Составъ на разсматриваемомъ участкѣ въ тысячахъ пудовъ	37,8	45,5	+20,4
Вѣсъ съ 8 колеснымъ тендеромъ въ тоннахъ	104	136	+30,6
Стоимость 1 паровоза въ 10^3 руб.	32	46	+44,0
Расходы по погашенію на 10^6 пудоверстъ въ рубляхъ . .	5,1	6,8	+30,6
Тоже, если бы тонна вѣса 1—4—0 стоила бы столько, сколько и у 0—4—0	5,1	5,7	+11,8
Эксплуатаціонные расходы на 10^6 пудоверстъ	21,2	19,9	— 6,1
Полная стоимость 10^6 пудоверстъ брутто.	26,3	26,7	+ 1,5
Тоже при удешевленіи 1—4—0	26,3	25,6	— 2,7

нымъ заключеніямъ въ зависимости отъ того, учитывается ли погашеніе стоимости паровоза или нѣтъ; а такой случай, очевидно, не единственный.

Чтобы еще болѣе подчеркнуть необходимость при всѣхъ разсчетахъ коммерческаго характера считаться съ расходами на погашеніе строительной стоимости, я позволю себѣ продолжить анализъ взятаго, какъ примѣръ, случая. Предположимъ, что стоимость

паровозовъ китайскаго типа удалось настолько понизить, что цѣна одной тонны ихъ вѣса сравнялась бы съ нормальными паровозами. Тогда расходы по погашенію ихъ стоимости на милліонъ пудоверстъ упадутъ до 5,7 руб., а конечная цифра стоимости пудоверсты до 25,6 (см. таб. I); иными словами, эти паровозы на данномъ участкѣ опять окажутся болѣе выгодными, чѣмъ нормальные.

Предположимъ теперь дальше, что разсматриваемый нами участокъ однопутный съ вполнѣ использованной, при употребленіи нормальныхъ паровозовъ, пропускной способностью. Пусть, скажемъ, для товарнаго движенія на этомъ участкѣ остается 12 паръ поѣздовъ, что при составѣ 37,8 тысячъ пудовъ составитъ въ груженомъ направленіи

$$12 \times 0{,}0378 = 0{,}4536$$

милліоновъ пудовъ въ день; нужно же провезти, допустимъ, полъ-милліона пудовъ. Иными словами, передъ нами ставится дилемма: или переходить на болѣе мощные паровозы, или строить второй путь. Если мы перейдемъ къ паровозамъ 1—4—0, то все заданное количество пудовъ мы вывеземъ

$$\frac{500}{45{,}5} \simeq 11$$

парами, и стоимость милліона пудоверстъ брутто, даже при настоящей ихъ стоимости, выразится въ

$$B + 26{,}7$$

рублей, гдѣ B представляетъ изъ себя ту часть издержекъ перевозки, которая не зависитъ отъ типа паровоза. Если же мы сохранимъ нормальные паровозы, то стоимость милліона пудоверстъ будетъ равна

$$B + 26{,}3 + x,$$

гдѣ x выражаетъ собой расходы по погашенію второго пути, отнесенные къ милліону пудоверстъ. Опредѣлимъ приблизительное значеніе этой величины. Стоимость прокладки второго пути, включая и полотно, стоитъ не менѣе 20000 руб. на версту; если, поэтому, мы возьмемъ $^0/_0$ погашенія, равный 5, то это составитъ 1000 руб. въ годъ; но за этотъ годъ по каждой верстѣ нашего участка пройдетъ 360 милліоновъ пудовъ, поэтому

$$x = \frac{1000}{360} = 2{,}8.$$

Такимъ образомъ при нормальныхъ паровозахъ стоимость 10^6 пудоверстъ окажется равной

$$B + 29{,}1,$$

т. е. въ этомъ случаѣ даже при настоящей покупной стоимости паровозовъ 1—4—0 выгодно замѣнять ими паровозы нормальнаго типа.

Изъ разобраннаго примѣра, я думаю, очевидно, что пренебрегать затратами на погашеніе — это сознательно вводить себя въ обманъ. Но теперь возникаетъ вопросъ, въ какой долѣ строительной стоимости нужно оцѣнивать эти расходы; иными словами, если при строительной стоимости дороги въ C руб. годовыя издержки на ея погашеніе равны γC, то спрашивается, какъ великъ этотъ коэффиціентъ γ.

Обычно желѣзныя дороги строятся на занятыя деньги, причемъ при реализаціи займа, производитъ ли его государство или частное общество, всегда происходитъ нѣкоторая потеря. Именно, если фактически надо получить C рублей, то заемъ приходится заключать на $C_н$ рублей нарицательныхъ, причемъ

$$C_н > C,$$

или

$$C = \eta_r C_н,$$

гдѣ η_r есть правильная дробь, называемая коеффиціентомъ реализаціи.

Такимъ образомъ задача опредѣленія γ сводится къ розысканію величины равномѣр-

ныхъ взносовъ $z = \gamma C$, посредствомъ которыхъ сумма C_n рублей, занятая изъ опредѣленнаго %, скажемъ $100\gamma_0$, будетъ погашена въ n лѣтъ. Рѣшеніе этой задачи, относящейся къ элементарной алгебрѣ [1]), не представляетъ никакихъ затрудненій. Въ самомъ дѣлѣ: если бы мы не платили ежегодно z рублей, а предпочли бы въ концѣ срока уплатить сразу

$$C_n + \gamma_0 C_n n$$

рублей, то эту сумму можно разсматривать, какъ образовавшуюся отъ неуплаты въ теченіе n лѣтъ z рублей ежегодно. Съ другой стороны эта послѣдняя сумма S можетъ быть опредѣлена слѣдующимъ разсчетомъ: черезъ годъ первая неуплаченная сумма z обратится въ

$$(1 + \gamma_0) z,$$

черезъ два по правилу простыхъ процентовъ въ

$$(1 + 2\gamma_0) z,$$

а къ сроку займа, т. е. черезъ $n - 1$ послѣ первой неуплаты, въ

$$[1 + (n - 1)\gamma_0] z.$$

[1]) Тодгентеръ. Алгебра. 1891, стр. 309.

Точно такъ же вторая неуплата къ сроку займа обратится въ

$$[1 + (n - 2)\gamma_0] z$$

и т. д. Поэтому искомая нами сумма

$$S = zn + z\gamma_0 [(n - 1) + (n - 2) + \ldots + 1],$$

или по закону ариѳметической прогрессіи

$$S = zn + z\gamma_0 \frac{n(n-1)}{2} = zn \left[1 + \frac{\gamma_0 (n-1)}{2} \right].$$

Съ другой стороны было показано, что

$$S = C_n + \gamma_0 C_n n,$$

откуда слѣдуетъ, что

$$z = \frac{1 + \gamma_0 n}{n \left[1 + \frac{\gamma_0 (n-1)}{2} \right]} C_n, \quad \ldots \quad (*)$$

или, замѣчая, что

$$C_n = \frac{C}{\eta_r},$$

и раздѣляя числителя и знаменателя формулы (*) на n,

$$z = \frac{\frac{1}{n} + \gamma_0}{\eta_r \left[1 + \frac{\gamma_0 (n-1)}{2} \right]} C;$$

а такъ какъ мы условились считать, что

$$z = \gamma C,$$

то, слѣдовательно,

$$\gamma = \frac{\frac{1}{n} + \gamma_0}{\eta_r \left[1 + \frac{\gamma_0 (n-1)}{2}\right]} \quad ^{1}) \ldots\ldots 1$$

Величина коеффиціента реализаціи въ зависимости отъ условій биржи, вознагражденія посредниковъ и т. п. колеблется у насъ въ Россіи между 0,90 и 0,75, причемъ въ среднемъ для условій послѣдняго десятилѣтія ее можно считать равной 0,85. Процентъ желѣзнодорожныхъ займовъ колеблется между 4 и 5, а срокъ ихъ рѣдко превосходитъ 60 лѣтъ. Такимъ образомъ, беря самыя благопріятныя условія, мы получимъ

$$\gamma = \frac{0{,}017 + 0{,}040}{0{,}85(1 + 1{,}2)} = 3\%,$$

обычно же γ приходится считать около 4%.

[1]) Въ первомъ изданіи „Научныхъ Проблемъ“ была приведена весьма неточная формула, въ которой пренебрегалось вторымъ членомъ выраженія въ прямыхъ скобкахъ, а этого безусловно дѣлать нельзя. Съ другой стороны, мнѣ представляется неправильной и другая крайность—выводитъ эту формулу по правилу сложныхъ процентовъ.

Все это вѣрно, однако, только пока рѣчь идетъ о погашеніи строительной стоимости самой дороги безъ подвижного состава. Переходя же къ погашенію сего послѣдняго, мы должны подъ символомъ n подразумѣвать не срокъ займа, а срокъ службы подвижного состава, т.-е. примѣрно 25 лѣтъ. Въ этомъ случаѣ при $\gamma_0 = 4\%$ и $\eta_r = 0{,}90$ мы получимъ

$$\gamma = \frac{0{,}04 + 0{,}04}{0{,}90\left(1 + 0{,}48\right)} = 6{,}5\%,$$

а при $\gamma_0 = 5\%$ и $\eta_r = 0{,}75$

$$\gamma = \frac{0{,}04 + 0{,}05}{0{,}75\left(1 + 0{,}725\right)} = 7{,}6\%,$$

поэтому въ среднемъ для русскихъ условій использованія подвижного состава процентъ погашенія для него можно считать равнымъ 7. Въ Америкѣ же, гдѣ паровозы и вагоны изнашиваютъ на нѣтъ въ 7—10 лѣтъ, этотъ $\%$ принимается обычно равнымъ $9\frac{1}{2}$ [1]).

Такимъ образомъ мы видимъ, что при исчисленіи издержекъ на погашеніе строительной стоимости желѣзной дороги или какого-

[1]) American Engineer and Railroad Journal. 1908. Стр. 176.

нибудь ея участка приходится брать разныя значенія коеффиціента аммортизаціи γ для самой дороги, включая сюда искусственныя и гражданскія сооруженія, и для подвижного состава. Назовемъ первый коеффиціентъ черезъ γ_s, а второй для паровозовъ черезъ γ_k, а для вагоновъ черезъ γ_m; тогда годовыя издержки на аммортизацію

$$A = \gamma_s C_s + \gamma_k C_k + \gamma_m C_m,$$

гдѣ C_s стоимость пути и сооруженій, C_k — паровозовъ и C_m — вагоновъ. Очевидно, что

$$C_s = c_s s,$$

гдѣ c_s стоимость сооруженія одной версты, а s длина разсматриваемой дороги или участка, точно также и

$$C_k = c_k k,$$

$$C_m = c_m m,$$

гдѣ c_k средняя покупная стоимость паровоза, c_m — вагона, k инвентарное число паровозовъ, m — вагоновъ. Поэтому мы вправѣ написать, что

$$A = \gamma_s C_s s + \gamma_k c_k k + \gamma_m c_m m \quad \ldots \quad 2$$

Насъ, однако, интересуетъ не абсолютная величина этихъ затратъ, а размѣръ ихъ на

милліонъ пудоверстъ нетто, т. е. величина

$$a = \frac{A}{\Sigma Ps}, \quad \ldots \quad (3)$$

гдѣ ΣPs число милліоновъ пудоверстъ нетто, совершаемыхъ на данномъ участкѣ. Въ самомъ дѣлѣ, на стр. 17 мы условились совершенство организаціи перевозокъ измѣрять величиноіі себестоимости милліона пудоверстъ, а она представляетъ изъ себя сумму изъ a и

$$э = \frac{Э}{\Sigma Ps}, \quad \ldots \quad (4)$$

гдѣ $Э$ величина эксплуатаціонныхъ расходовъ въ годъ.

Для того, чтобы найти величину a, мы должны выраженіе (2) раздѣлить на ΣPs. При этомъ, однако, надо имѣть въ виду, что k и m находятся въ прямой зависимости отъ ΣPs, ибо очевидно, что чѣмъ больше мы хотимъ сдѣлать пудоверстъ, тѣмъ больше нужно паровозовъ и вагоновъ. Съ другой стороны, въ зависимости отъ условій движенія и искусства лицъ, имъ распоряжающихся, для выполненія данныхъ ΣPs можетъ потребоваться весьма различное количесто паровозовъ и вагоновъ. Поэтому нахожденіе зависимости между m, k и ΣPs не только необходимо для

опредѣленія себестоимости милліона пудоверстъ, но и само по себѣ представляетъ одну изъ интересныхъ проблемъ желѣзнодорожнаго хозяйства. Въ самомъ дѣлѣ, развѣ не улучшеніемъ утилизаціи подвижного состава, т. е. увеличеніемъ отношеній

$$\frac{k}{\Sigma Ps} \text{ и } \frac{m}{\Sigma Ps}$$

обуславливается, главнымъ образомъ, то улучшеніе хозяйства казенныхъ дорогъ за послѣдніе 4 года, которымъ мы такъ гордимся?

Эти соображенія и заставляютъ меня нѣсколько остановиться на этомъ вопросѣ.

Опредѣленіе потребнаго числа паровозовъ.

Что касается числа пассажирскихъ паровозовъ, то оно опредѣляется очень просто—по графику оборота, и потому говорить о немъ долго не стоитъ. Насъ интересуютъ сейчасъ исключительно товарные паровозы, обращающіеся, увы, внѣ всякаго графика.

Обычный способъ для опредѣленія ихъ числа таковъ: служба движенія даетъ число поѣздоверстъ, которое она предполагаетъ выполнить въ опредѣленный промежутокъ времени. Исходя изъ этого, служба тяги опредѣляетъ среднее число поѣздоверстъ въ теченіе мѣсяца или недѣли и, умножая затѣмъ это число на нѣкоторый коэффиціентъ, большій единицы, находитъ соотвѣтственное число паровозоверстъ. Задаваясь далѣе среднимъ пробѣгомъ одного инвентарнаго или дѣйствующаго паровоза за то же время и дѣля на это число вычисленное число паровозо-

верстъ, получаютъ нужное для даннаго участка тяги число инвентарныхъ или дѣйствующихъ паровозовъ. Въ послѣднемъ случаѣ для полученія числа инвентарныхъ паровозовъ нужно еще число дѣйствующихъ паровозовъ помножить на нѣкоторый коэффиціентъ, большій единицы и характеризующій относительное количество больныхъ паровозовъ.

Противъ этого способа по существу возразить ничего нельзя: онъ логически вѣренъ. Если же тѣмъ не менѣе въ примѣненіи къ жизни онъ часто даетъ неудовлетворительные результаты, то причина этого лежитъ не въ ошибочности самаго метода, а въ невѣрности тѣхъ цифръ, которыми пользуются при его примѣненіи.

На опредѣленіи этихъ цифръ мы и остановимся. Ихъ три:

1) заданное мѣсячное число поѣздоверстъ 1000 Σns [1]);

2) отношеніе между числомъ паровозоверстъ и поѣздоверстъ, которое мы назовемъ черезъ β, гдѣ β такимъ образомъ выражаетъ

[1]) Для того чтобы не имѣть дѣло съ слишкомъ большими цифрами условимся поѣздоверсты выражать въ тысячахъ (10^3), а вагоноверсты въ милліонахъ (10^6).

отношеніе непроизводительнаго пробѣга къ производительному;

3) мѣсячный пробѣгъ одного паровоза.

Что касается числа поѣздоверстъ, то оно задается службой движенія на основаніи соображеній о количествѣ грузовъ и средней нагрузки поѣзда. Но о немъ мы сейчасъ говорить не будемъ.

Переходимъ къ коэффиціенту β. Къ непроизводительному пробѣгу, измѣрителемъ котораго является этотъ коэффиціентъ, у насъ относятъ:

1) пробѣгъ одиночныхъ паровозовъ,

2) пробѣгъ двойной тяги,

3) пробѣгъ толкачей,

4) маневры и

5) держаніе резерва.

Изъ числа этихъ категорій непроизводительнаго „пробѣга“ только относительно первой можно не дѣлать никакихъ оговорокъ.

Двойная тяга у насъ считается непроизводительной во всякомъ случаѣ, между тѣмъ какъ иногда она вводится для увеличенія состава. Такой случай какъ разъ имѣлъ мѣсто на Ташк. ж. д. лѣтомъ 1909 г., когда на участкѣ Кинель-Оренбургъ, ради увеличенія его пропускной способности, три пары товарныхъ

поѣздовъ обслуживались двойной тягой, благодаря чему составъ этихъ поѣздовъ былъ поднятъ съ 34 до 58 тысячъ пудовъ. Развѣ въ этомъ случаѣ двойную тягу можно назвать непроизводительною? Точно также и подталкиваніе, благодаря которому иногда удается увеличить составъ на 50 и даже болѣе %, развѣ можно считать непроизводительнымъ? Наконецъ, и маневры по подборкѣ вагоновъ, благодаря которымъ значительно улучшается оборотъ паровозовъ, развѣ непроизводительны?

Но, если даже и оставить пока вопросъ о томъ, насколько правильно относить всякую двойную тягу, толканіе и маневры къ непроизводительному пробѣгу съ логической точки зрѣнія, то нельзя не отмѣтить, что включеніе въ величину β при опредѣленіи числа товарныхъ паровозовъ пробѣга маневровыхъ паровозовъ и толкачей можетъ дать неправильные результаты. Во первыхъ, паровозы эти работаютъ по совершенно отдѣльной турѣ, и число ихъ опредѣляется не числомъ поѣздоверстъ, а условіями работы станцій и профилемъ дороги. Во вторыхъ, надо помнить, что пробѣгъ маневровыхъ паровозовъ есть пробѣгъ фиктивный, опредѣляемый, исходя изъ совершенно гадательнаго предположенія, что маневровые паровозы движутся со скоростью пяти верстъ въ часъ.

Сказанное еще въ большей степени относится къ держанію резерва: тамъ уже вовсе нѣтъ никакого пробѣга, паровозъ стоитъ на мѣстѣ, но тѣмъ не менѣе ему начисляется фиктивный пробѣгъ—одна верста въ часъ. Какъ мы увидимъ ниже, при дѣйствующей схемѣ смѣтъ Глушинскаго, измѣряющей работу паровоза только пробѣгомъ, это необходимо. Но при тѣхъ разсчетахъ, о которыхъ сейчасъ идетъ рѣчь, введеніе этого пробѣга только исказитъ ихъ смыслъ. Это тѣмъ болѣе вѣрно, что число резервныхъ паровозовъ не находится въ прямой зависимости отъ размѣровъ движенія; скорѣй наоборотъ, ибо при густомъ движеніи надобность въ нихъ меньше, чѣмъ при слабомъ. Такимъ образомъ, изъ числа паровозоверстъ, по которымъ ведется разсчетъ товарныхъ паровозовъ, долженъ быть исключенъ пробѣгъ толкачей, маневровыхъ паровозовъ и держаніе резерва. Точно также мы должны оттуда исключить и пробѣгъ поѣздныхъ паровозовъ на маневрахъ, такъ какъ во первыхъ, это пробѣгъ также совершенно фиктивный, а во вторыхъ, расчленить его отъ простоевъ по станціямъ почти не представляется возможнымъ. По-

слѣднее особенно справедливо для тѣхъ дорогъ, гдѣ эти маневры вовсе не учитываются, а оцѣниваются начисленіемъ на дѣйствительно исполненныя паровозоверсты опредѣленнаго $^0/_0$.

Резюмируя все сказанное о коэффиціентѣ β, мы приходимъ къ заключенію, что при опредѣленіи его въ непроизводительный пробѣгъ надо включать только непроизводительную двойную тягу и пробѣгъ одиночныхъ паровозовъ, т. е. дѣйствительно непроизводительный „пробѣгъ“ паровозовъ между станціями. Сообразно этому и при опредѣленіи мѣсячнаго пробѣга одного паровоза мы должны будемъ исключить фиктивный пробѣгъ на маневрахъ. Это, впрочемъ, только облегчитъ дѣло.

Что же касается численнаго значенія коэффиціента β для товарныхъ паровозовъ, то тамъ величина β колеблется въ весьма широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ характера движенія грузовъ и порожняка, числа случаевъ затребованія вспомогательныхъ паровозовъ и распорядительности службы движенія. Предвидѣть размѣръ вліянія всѣхъ этихъ факторовъ нѣтъ, конечно, возможности, и потому единственно надежный методъ для опредѣленія β—статистическій. Иными словами, для того, чтобы имѣть для разсчета надежныя значенія β, надо непрерывно регистрировать дѣйствительныя его значенія и притомъ отдѣльно на каждомъ участкѣ, такъ какъ величина эта въ одно и то же время, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, можетъ колебаться въ широкихъ предѣлахъ. Регистрація дѣйствительныхъ значеній β имѣетъ также и контрольное значеніе, такъ какъ величина эта при нашемъ толкованіи обуславливается, главнымъ образомъ, распорядительностью службы движенія.

Въ заключеніе, въ видѣ примѣра, считаю небезынтереснымъ привести среднія значенія β, исчисленныя изложеннымъ выше способомъ для разныхъ участковъ Ташк. ж. д. за 1908—1909 г. (табл. II), и приблизительныя значенія его за 1911 г. для всѣхъ русскихъ дорогъ (табл. III). Приблизительныя—потому, что раздѣлить производительную и непроизводительную двойную тягу при нашей формѣ отчетовъ невозможно, въ силу чего въ этой таблицѣ ее всю пришлось отнести къ непроизводительному пробѣгу. Таблицы эти наглядно указываютъ, насколько отражаются на β мѣстныя условія и организація движенія.

Переходимъ теперь къ величинѣ мѣсячнаго пробѣга дѣйствующаго паровоза, т. е.

Таблица II. Ташк. ж. д. 1908—1909.

Участокъ.	Основные депо.	Условія работы.	β
I	Бузулукъ . .	Погрузка хлѣба въ сѣверномъ направленіи.	0.17
II	Оренбургъ. .	Погрузка хлѣба въ обоихъ направленіяхъ (въ Оренбургѣ—мельницы).	0.23
III	Актюбинскъ .	. . . . .	0,15
IV	Челкаръ . . .	Транзитъ	0,16
V	Казалинскъ .	. . . . .	0,15
VI	Перовскъ . .	Погрузка саксаула . . .	0,17
VII	Туркестанъ .	. . . . .	0,14
VIII	Ташкентъ . .	Транзитъ	0,14

къ величинѣ x. Величина эта для товарныхъ паровозовъ весьма различна не только на разныхъ дорогахъ, но на различныхъ участкахъ дороги. Дѣло въ томъ, что провозная способность одного паровоза или бригады опредѣляется не паровозоверстами, а паровозочасами. Въ самомъ дѣлѣ, согласно министерскимъ распоряженіямъ, въ среднемъ, суточная работа бригады не должна превышать 12 часовъ. Съ другой стороны, считая, что въ мѣсяцъ машинистъ долженъ имѣть 2 свободныхъ дня и 5 дней онъ обычно бываетъ за-

Табл. III. Русская сѣть общ. пользованія. 1911.

ДОРОГА.	β
Александровская	0,08
Екатерининская	0,15
Закавказскія	0.19
Либаво-Роменская	0,10
М. Курская и Нижегородская	0,14
Николаевская	0,05
Пермская	0,08
Полѣсскія	0,10
Привислинскія	0,13
Рыбинско-Орловская	0,12
Сызрано-Вяземская	0,09
Самаро-Златоустовская	0.14
Сѣверныя	0.12
Сѣверо-Западныя	0,06
Юго-Западныя	0,11
Южныя	0,21
Среднее для каз. жж. дд. Европ. Россіи .	0,12
Забайкальская	0,29
Сибирская	0,10
Средне-Азіатская	0,13
Ташкентская	0.17
Среднее для каз. жж. дд. Азіатской Россіи.	0.17
Владикавказская	0,07
М. Виндаво-Рыбинская СПБ. сѣть. . .	0,14
" " М. сѣть.	0.08
Московско-Казанская	0.10
Московско-Кіево-Воронежская	0,08
Рязанско-Уральская	0,09
Юго-Восточныя	0.17
Среднее для частныхъ ж.ж. д.д.	0.10
Среднее для всей сѣти	0.12

нятъ на промывкахъ, резервѣ и случайно затянувшемся текущемъ ремонтѣ, получимъ, что число рабочихъ дней въ мѣсяцъ для бригады равно

$$30 - 2 - 5 = 23,$$

а число рабочихъ часовъ

$$12 \times 23 = 276,$$

или округленно 280, причемъ въ это число включено время, необходимое на наборъ топлива, вводъ и выводъ паровоза въ депо. Такимъ образомъ, въ наилучшемъ случаѣ служба тяги при отсутствіи смѣнной ѣзды можетъ гарантировать, что каждый дѣйствующій паровозъ будетъ работать 280 часовъ въ мѣсяцъ, но сколько верстъ онъ сдѣлаетъ за это время—зависитъ, главнымъ образомъ, отъ организованности движенія. На южныхъ участкахъ Ташкентской дороги, напримѣръ, лѣтомъ коммерческая скорость товарныхъ паровозовъ достигаетъ 20 вер./час., т. е. мѣсячный пробѣгъ паровоза можно тамъ довести до

$$20 \times 280 = 5600 \text{ вер.};$$

въ то время, какъ осенью, на сѣверныхъ хлѣбовозныхъ участкахъ, были дни, когда эта скорость падала до 4 вер./час., что даетъ мѣсячный пробѣгъ

$$4 \times 280 = 1120 \text{ вер.}$$

Такимъ образомъ, задаваться какимъ-либо опредѣленнымъ мѣсячнымъ пробѣгомъ для всѣхъ участковъ и всѣхъ временъ года не представляется возможнымъ, и для правильнаго опредѣленія частныхъ значеній этой величины необходимо вести по участкамъ статистику среднихъ значеній коммерческой скорости паровоза V_k.

Сказанное всецѣло относится и къ случаю смѣнныхъ бригадъ или полнаго обезличенія провозовъ; тогда только число рабочихъ часовъ въ день можно брать равнымъ 20, но зато число прогульныхъ дней паровоза въ мѣсяцъ не менѣе 10, такъ какъ промывки приходится тогда дѣлать почти въ два раза чаще, да и, кромѣ того, текущій ремонтъ, благодаря отсутствію у паровоза хозяина, всегда больше. Поэтому тамъ

$$j_к = (30 - 10)\ 20 = 400 \text{ часовъ.}$$

Точно также и при систематическомъ примѣненіи двойной тяги, неизбѣжно вызывающей болѣе быстрый износъ и постоянныя горѣнія въ заднемъ паровозѣ, число прогульныхъ дней благоразумнѣе принимать не менѣе 7, иными словами

$$1_к = (30 - 7 - 2)\ 12 = 252.$$

Наконецъ, надо имѣть въ виду, что на русскихъ дорогахъ есть участки съ столь плохой водой, что промывки приходится дѣлать по 3—4 раза въ мѣсяцъ и каждый разъ при этомъ вынимать нѣсколько трубъ, что можетъ тоже довести $j_к$ до 250 и даже 240.

Сказанное подтверждается таблицей IV, гдѣ приведены значенія j_k для разныхъ участковъ

Таблица IV. Ташк. ж. д. 1909.

Участокъ.	Основные депо.	Одиночныя бригады.		Смѣнныя бригады.	
		Одиночная тяга.	Двойная тяга.	Одиночная тяга.	Двойная тяга.
I	Бузулукъ . . .	280	250	400	350
II	Оренбургъ . . .	280	250	400	350
III	Актюбинскъ . .	250	240	360	340
IV	Челкаръ	240	240	350	330
V	Казалинскъ . .	270	250	390	350
VI	Перовскъ . . .	270	250	390	350
VII	Туркестанъ . .	280	250	400	350
VIII	Ташкентъ . . .	250	240	360	340

Ташкентской ж. д., которыя тамъ считались нормальными въ 1909 и первой половинѣ 1910 года.

Для того, чтобы опредѣлить мѣсячный пробѣгъ дѣйствующаго паровоза

$$x = j_k V_k,$$

а затѣмъ и требуемое число паровозовъ, недостаточно еще знать j_k, нужно знать также и величину средней коммерческой скорости паровоза, которая по дѣйствующимъ у насъ правиламъ статистики не учитывается. А учитывать ее необходимо, ибо, какъ мы только что видѣли, при измѣненіи ея, для обслуживанія одного и того же числа паръ поѣздовъ потребуется разное число паровозовъ. Въ самомъ дѣлѣ, согласно всему сказанному о числѣ дѣйствующихъ паровозовъ, это число выражается формулой

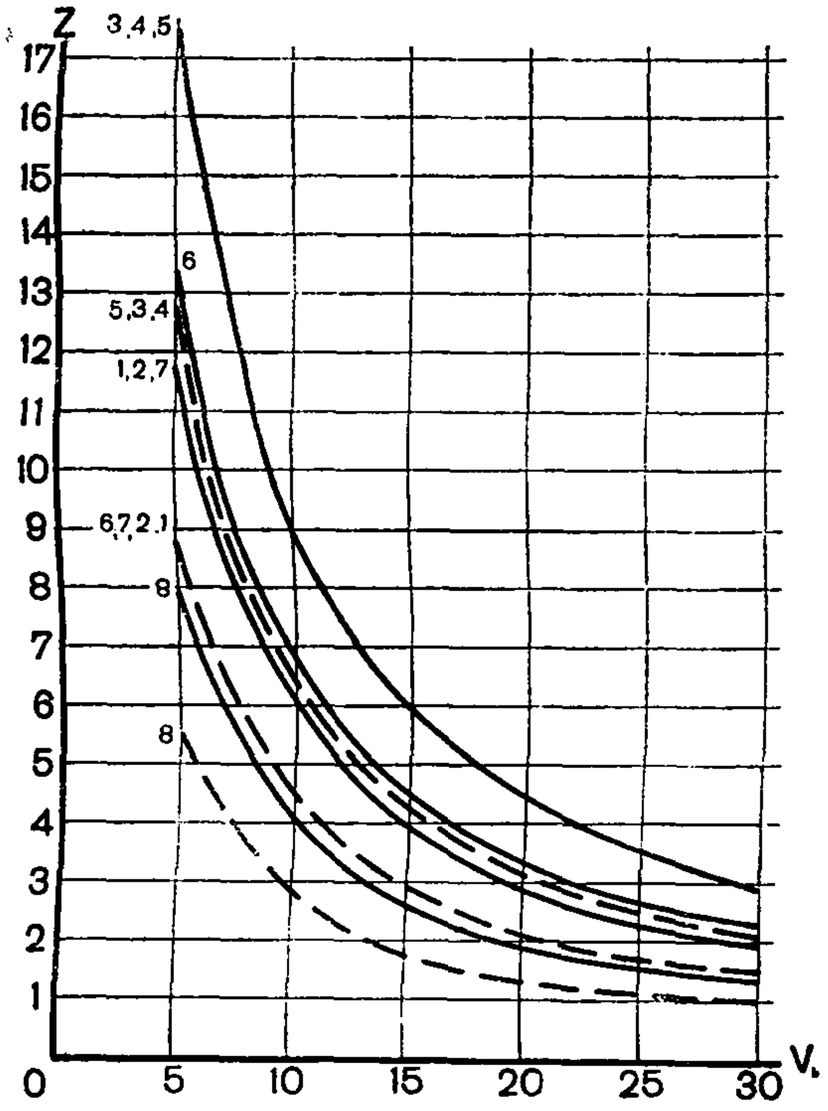
$$k_д = \frac{(1+\beta)\,10^3\,\Sigma ns}{j_к\,V_к}, \quad \ldots\ldots 5$$

т. е. k и V_k связаны между собой уравненіемъ равноплечей гиперболы. Чтобы сдѣлать эту зависимость еще болѣе понятной, на черт. 1 она представлена для разныхъ участковъ Ташк. ж. д.—графически; именно на этомъ чертежѣ дана зависимость отъ V_k числа паровозовъ, нужныхъ для обслуживанія 1 пары, т. е.

$$30\,\frac{(1+\beta)\,2s}{j_к\,V},$$

гдѣ s длина участка.

Сплошныя кривыя на немъ относятся къ одиночнымъ бригадамъ, а пунктирныя—къ смѣннымъ.



Черт. 1.

Вглядимся болѣе внимательно въ формулу 5. Величину Σns можно считать заданной;

$j_к$ зависитъ отъ организаціи деповскаго хозяйства, т. е. отъ службы тяги; величины же β и $V_к$ всецѣло опредѣляются порядками службы движенія.

Несмотря на это, службѣ тяги предъявляется обычно требованіе „обезпечить паровозами такое-то число поѣздовъ“, какъ будто β или $V_к$ суть величины постоянныя или зависящія отъ ея распорядительности. Такой порядокъ глубоко неправиленъ и на практикѣ, какъ извѣстно, чреватъ непрерывной перебранкой между службами тяги и движенія и взаимными обвиненіями другъ друга, убѣдительность которыхъ въ большинствѣ случаевъ измѣряется лишь авторитетностью тона. Депо отказало въ паровозѣ. Служба движенія подымаетъ шумъ, сыплются депеши, въ коихъ обвиняется служба тяги. Служба тяги оправдывается и говоритъ, что виной тутъ „ухудшеніе оборота“, т. е. уменьшеніе $V_к$. Но разъ эта величина не учитывается, то никакихъ объективныхъ данныхъ у обѣихъ сторонъ нѣтъ, и начальникъ дороги является Ѳемидой, дѣйствительно, съ завязанными глазами.

Единственнымъ достойнымъ выходомъ изъ этого тяжелаго положенія является учетъ β и $V_к$ день за днемъ и установленіе новаго

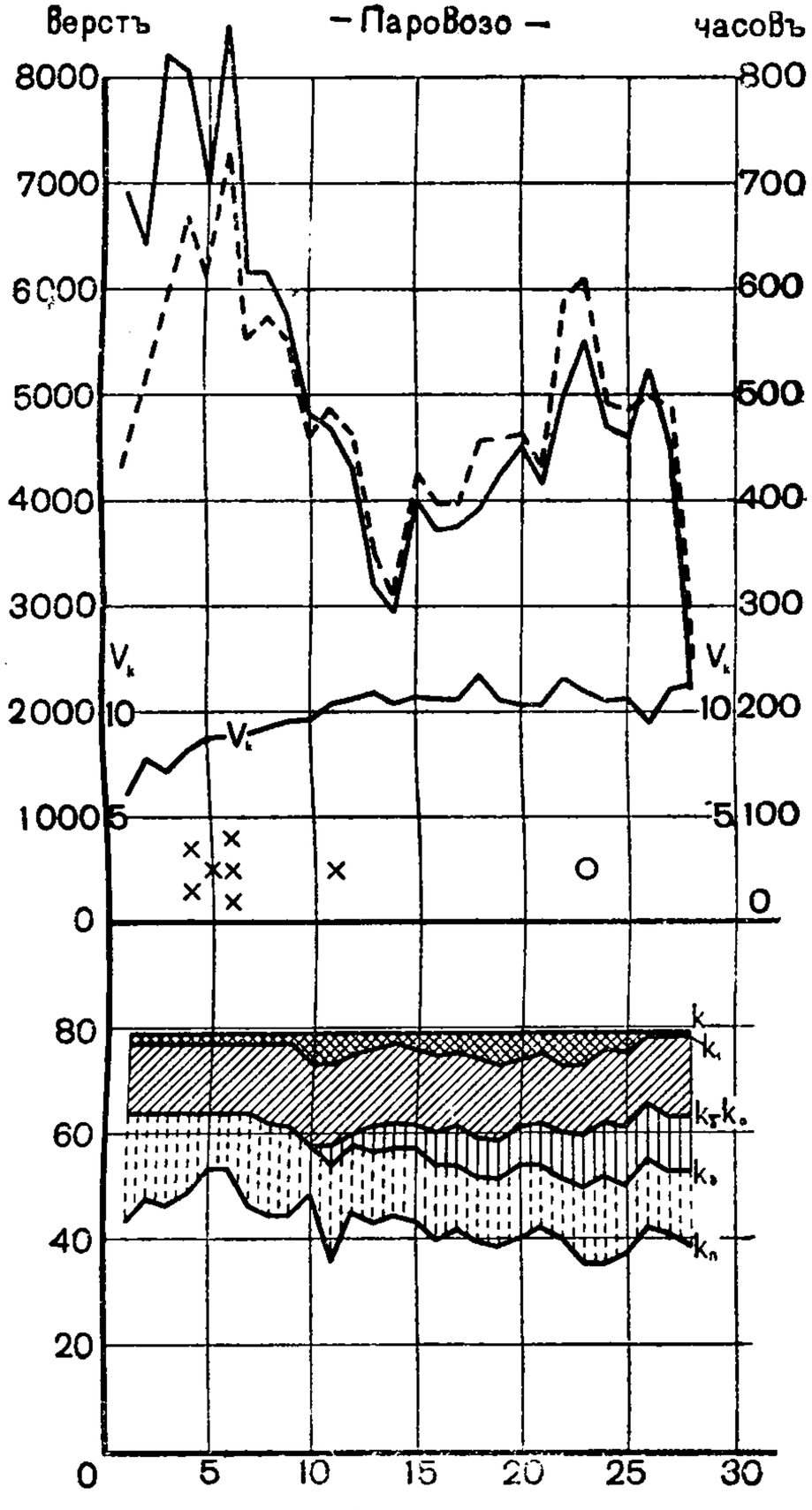
основанія для взаимоотношеній по этому вопросу заинтересованныхъ службъ, въ видѣ договора, который можно формулировать такъ: *„служба тяги должна обезпечить паровозы подъ столько-то поѣздовъ, а служба движенія — такія-то значенія β и $V_к$“*. Такой порядокъ былъ заведенъ съ 1 іюня 1909 г. на Ташкентской ж. д., и съ этого времени всѣ недоразумѣнія между службой тяги и службой движенія изъ-за паровозовъ тамъ прекратились. Это неоднократно какъ въ Восточномъ пораіонномъ комитетѣ, такъ и передъ лицомъ анкетной комиссіи свидѣтельствовалъ и бывшій начальникъ движенія этой дороги С. Я. Хмельницкій. Изъ сказаннаго видно, что порядокъ этотъ заслуживаетъ вниманія, и на немъ стоитъ нѣсколько остановиться.

Учетъ $V_к$ велся въ паровозномъ отдѣлѣ на основаніи суточныхъ телеграммъ начальниковъ участковъ тяги о числѣ исполненныхъ за сутки ихъ восьмиколесными паровозами паровозоверстъ и паровозочасовъ. Частное отъ дѣленія этихъ двухъ чиселъ и даетъ $V_к$. Всѣ эти три цифры наносились на спеціальный графикъ, который велся день за днемъ. На этотъ же графикъ кружками наносились случаи порчи паровозовъ въ пути и крестиками случаи отказовъ въ паровозахъ. Тутъ уже не можетъ быть спора, кто виноватъ; у начальника дороги есть безспорный документъ для рѣшенія этого вопроса: если крестикъ совпалъ съ періодомъ уменьшенія $V_к$ за предѣлы нормы, значитъ виновата служба движенія; если нѣтъ — служба тяги.

На черт. 2 приведенъ такой графикъ для 1 уч. Ташк. ж. д. за февраль 1910 г., отличавшійся своимъ неблагополучіемъ.

Каждая горизонтальная клѣтка на этомъ графикѣ соотвѣтствуетъ суткамъ, каждая же вертикальная — 50 паровозочасамъ и 500 паровозоверстамъ. Благодаря тому, что масштабъ для паровозочасовъ взятъ въ 10 разъ больше, чѣмъ для паровозоверстъ, очень легко видѣть, превышаетъ ли коммерческая скорость норму 10 верстъ въ часъ, или она меньше ея: въ первомъ случаѣ кривая паровозоверстъ располагается выше кривой паровозочасовъ, во второмъ, — наоборотъ. Впрочемъ, на томъ же чертежѣ нанесена и непосредственно кривая $V_к$.

Всматриваясь въ приведенный графикъ, мы видимъ, что 4, 5 и 6 февраля, въ общей сложности, имѣло мѣсто шесть случаевъ отказа въ паровозахъ. Но тотъ же графикъ



Черт. 2.

даетъ намъ и отвѣтъ, кто въ этомъ виноватъ. Въ данномъ случаѣ безспорно — служба движенія, ибо $V_к$ было ниже нормы. Напротивъ, отказъ 11 февраля слѣдуетъ отнести всецѣло къ нераспорядительности службы тяги.

Чтобы еще глубже анализировать подобные случаи, бывшій начальникъ паровознаго отдѣла инж. Липецъ, уже для себя, завелъ нижнюю часть этого графика, гдѣ кривая k даетъ инвентарное число 8-колесныхъ паровозовъ k_1 — тоже за вычетомъ 8-колесныхъ паровозовъ, занятыхъ несвойственной имъ работой, k_0 — число этихъ паровозовъ въ запасѣ, $k_д$ — число дѣйствующихъ, а $k_п$ — фактически переданное въ распоряженіе службы движенія. Такимъ образомъ, $k - k'$, отмѣченное перекрестной штриховкой, есть число 8-колесныхъ паровозовъ, занятыхъ несвойственной работой, т. е. въ пассажирскихъ поѣздахъ, на маневрахъ и на подталкиваніи; $k_1 - (k_д + k_0)$, отмѣченное наклонной штриховкой, — число паровозовъ снятыхъ съ осей, т. е. находящихся въ капитальномъ ремонтѣ и въ подъемкѣ; k_0 (вертикальная штриховка) — запасъ; $k_д - k_п$ — число паровозовъ въ промывкѣ и затянувшемся текущемъ ремонтѣ. Эта нижняя часть графика даетъ намъ, напримѣръ, сразу отвѣтъ, чѣмъ былъ вызванъ отказъ 11 февраля: поставили паровозы въ

запасъ, и въ то же время вышла заминка съ промывкой.

Этотъ же чертежъ даетъ намъ и еще одно очень важное указаніе: мы видимъ, что по мѣрѣ того, какъ движеніе падало, $V_к$ росло: обстоятельство, чрезвычайно важное для однопутныхъ дорогъ и наглядно указывающее пользу большихъ составовъ.

Возвращаясь къ тѣмъ повседневнымъ указаніямъ этихъ графиковъ, которые, какъ было указано, совершенно разрядили атмосферу взаимоотношеній между службой тяги и движенія, я долженъ замѣтить, что при наличіи такихъ графиковъ нечего уже ждать, чтобы грянулъ громъ, т. е. чтобы были отказы, а какъ только $V_к$ начинаетъ падать, начальникъ движенія долженъ принять соотвѣтственныя мѣры.

Если, однако, основывать опредѣленіе числа паровозовъ на $V_к$, то можно пойти еще дальше и потребность паровозовъ задавать прямо въ паровозочасахъ. Пусть, напримѣръ, при нормальной $V_к$ и требуемомъ числѣ паръ нѣкоторое депо должно отпускать 420 паровозочасовъ въ сутки; округляемъ до 450 и говоримъ: „Депо такое-то должно отпускать службѣ движенія 450 паровозочасовъ“. Что будетъ дѣлать служба

движенія съ этими паровозочасами, это для службы тяги безразлично: можетъ поставить ихъ стоять на станціонныхъ путяхъ, можетъ гонять взадъ и впередъ съ предѣльными скоростями. Служба тяги это — извозчикъ: что, баринъ прикажетъ, то она должна дѣлать: скажетъ „вези“ — везти, скажетъ „стой“ — стоять. Отпустило депо 450 паровозочасовъ — хорошо; вышла неуправка, дало лишь 400 — депо виновато и администрація его подлежитъ наказанію. Дѣло чистое.

Къ сожалѣнію приходится отмѣтить, что, несмотря на очевидныя достоинства этого способа, не только онъ, но и болѣе скромный въ смыслѣ новшества способъ Ташкентской дороги не привился на другихъ дорогахъ. Болѣе того, онъ оставленъ и на Ташкентской дорогѣ, и самъ учетъ паровозочасовъ тамъ оффиціально отмѣненъ.

Такое несочувствіе къ паровозочасамъ объясняется не только инертностью, привычкой къ старымъ формамъ, но и боязнью ясности въ столь отвѣтственномъ дѣлѣ, какъ утилизація паровозовъ. При разсчетѣ на паровозы, какъ было уже отмѣчено, ошибки каждой изъ заинтересованныхъ службъ не замѣтны, разобраться въ томъ, кто правъ, кто виноватъ, иной разъ при немъ совер-

шенно невозможно. Поэтому та служба, которая въ меньшемъ порядкѣ, или начальникъ которой пользуется большимъ довѣріемъ у начальника дороги, всегда противъ паровозочасовъ. Никогда не забуду какъ послѣ долгихъ моихъ объясненій этого метода одному изъ лучшихъ нашихъ начальниковъ движенія, онъ воскликнулъ: „Ага! понимаю, Вы хотите, чтобы я сидѣлъ въ карманѣ у начальника тяги, а сейчасъ онъ у меня сидитъ: мнѣ начальникъ дороги больше вѣритъ". Въ этой одной фразѣ цѣлая философская дисциплина.

Къ сожалѣнію приходится признать, что этой философіи не чуждо и большинство тѣхъ молодыхъ инженеровъ, которые устремились въ послѣднее время въ службу движенія. Они гордо провозгласили безспорный лозунгъ, что служба движенія по своему значенію есть служба первенствующая, но отсюда они сдѣлали и очень спорный выводъ, что во имя этого первенства она, какъ жена Цезаря, должна быть внѣ подозрѣній и, для поддержанія престижа, всѣ ея промахи должны быть скрыты. Этого принципа, принципа ловли рыбы въ мутной водѣ, громко, конечно, никто не высказываетъ, но въ жизнь онъ проводится дипломированными движенцами, по-

жалуй, еще болѣе послѣдовательно, чѣмъ ихъ предшественниками съ домашнимъ образованіемъ. Нужно, впрочемъ, сказать правду, что въ этомъ направленіи и тяговые инженеры не уступаютъ движенскимъ. Мнѣ извѣстны случаи, когда на введеніи паровозочасовъ настаивала служба движенія, а тяга, сознавая въ душѣ свою дезорганизацію, уклонялась отъ этого. Извѣстны и обратные случаи. Но чаще всего эта идея не встрѣчаетъ сочувствія у обоихъ: искусство отписываться легче, чѣмъ вести правильно паровозное хозяйство или движеніе поѣздовъ. При учетѣ же паровозочасовъ, никакая отписка не поможетъ: фактъ всегда на лицо.

Опредѣленіе потребнаго числа вагоновъ.

Число пассажирскихъ вагоновъ, также какъ и паровозовъ, легко подсчитывается по графикамъ оборота, и потому о нихъ говорить не стоитъ.

Что же касается товарныхъ вагоновъ, то обычно ихъ число подсчитывается по такъ называемому „обороту“. Понятіе это возникло изъ разсмотрѣнія простѣйшей схемы перевозокъ, когда вся работа дороги сводится къ перевозкѣ погрузки одной конечной станціи на другую. Назовемъ число вагоновъ, грузимыхъ этой станціей въ сутки черезъ M, время въ суткахъ, нужное для оборота вагона, т. е. для его нагрузки, перевозки, выгрузки, обратной перевозкѣ и подготовкѣ къ новой нагрузкѣ черезъ T, а потребное число вагоновъ черезъ m. Очевидно, что въ этомъ случаѣ

$$m = MT, \quad \ldots\ldots\ldots 6$$

и потому для времени T, которое и называютъ оборотомъ вагоновъ, получается простая и логически ясная формула

$$T = \frac{m}{M};$$

иными словами оборотъ вагоновъ есть отношеніе между нужнымъ числомъ вагоновъ и суточной погрузкой.

Простота этой формулы сохраняется, конечно, и при распространеніи ея на условія современной дѣйствительности, что отнюдь нельзя сказать объ ея ясности. Въ этомъ случаѣ подъ M надо разумѣть не только суточную погрузку въ разныхъ направленіяхъ, но и обмѣнъ на узлахъ; иначе говоря, въ этомъ случаѣ M представляетъ изъ себя число „переработанныхъ“ за сутки вагоновъ. Такимъ образомъ, оборотомъ называется такой коэффиціентъ, который даетъ потребное число товарныхъ вагоновъ посредствомъ простого умноженія его на число переработанныхъ вагоновъ. Для опредѣленія величины этого коэффиціента было предложено нѣсколько эмперическихъ формулъ, дающихъ не всегда сходящіеся результаты. Это и понятно, такъ какъ всякая эмперическая формула вѣрна лишь для тѣхъ условій, въ

какихъ она выведена. А разъ это такъ, то позволительно спросить, не проще ли устанавливать величину оборота на основаніи статистическихъ данныхъ, относящихся къ данному участку. Такъ въ концѣ-концовъ и приходится обычно поступать, опредѣляя за каждыя сутки величину оборота, какъ отношеніе числа вагоновъ, бывшихъ въ распоряженіи службы движенія, и числа переработанныхъ вагоновъ.

Но теперь возникаетъ вопросъ: развѣ въ распоряженіи службы движенія никогда не находятся лишніе вагоны, развѣ можно въ этомъ вопросѣ отожествлять потребность съ дѣйствительностью. Думаю, что нигдѣ еще Гегельянская формула „реальное — раціонально“ не была столь мало приложима, какъ въ этомъ случаѣ. Фактически контроль за простоемъ вагоновъ внѣ поѣздовъ у насъ отсутствуетъ, и на распорядительныхъ станціяхъ, по остроумному выраженію инж. Щегловитова, вагоны „какъ бы погружаются въ небытіе“ [1]).

Поэтому мнѣ представляется болѣе цѣлесообразнымъ и въ дѣлѣ опредѣленія потребнаго числа вагоновъ идти по тому же

[1]) Щегловитовъ. Къ вопросу о вагонномъ хозяйствѣ на русскихъ ж. д. Варшава 1909.

пути, какимъ мы шли при рѣшеніи этой задачи по отношенію къ паровозамъ. Именно, называя мѣсячный пробѣгъ товарныхъ вагоноосеверстъ $10^6 \Sigma Ns$, среднее число осей подъ товарными вагонами черезъ i, а пробѣгъ одного вагона, находящагося въ распоряженіи службы движенія, черезъ x_m, мы получимъ для потребнаго числа вагоновъ формулу

$$m = \frac{\Sigma Ns}{i x_m},$$

не менѣе простую, чѣмъ формула (6). Но и не менѣе условную, могутъ возразить мнѣ, ибо пробѣгъ x_m тоже скорѣе характеризуетъ нравы составителей, чѣмъ истинную потребность въ вагонахъ. Съ этимъ нельзя не согласиться, но съ другой стороны нельзя и не признать, что величина x_m особенно, если ее представить подъ видомъ

$$x_m = j_m V_m,$$

гдѣ $j_m = 24 \times 30 = 720$ число часовъ въ мѣсяцѣ, а V_m средняя коммерческая скорость товарныхъ вагоновъ, представляетъ болѣе объективную данность для оцѣнки этихъ нравовъ, чѣмъ оборотъ T. Паденіе этой скорости, при отсутствіи паденія коммерческой скорости поѣздовъ, болѣе бьетъ по нервамъ, чѣмъ ухудшеніе оборота, которое всегда хочется

объяснить измѣненіемъ конъюнктуры теченія грузовъ; и вообще скорость движенія вагоновъ, находящихся въ распоряженіи службы движенія, какъ понятіе вполнѣ реальное, лучше освѣщаетъ сущность дѣла, чѣмъ пережившій свое реальное значеніе „оборотъ“.

Вотъ почему въ дальнѣйшемъ мы будемъ пользоваться формулой.

$$m_\partial = \frac{10^6 \Sigma N s}{i j_m V_m} \quad \ldots\ldots\ldots 7$$

Эксплуатаціонные расходы по сл. движенія.

Переходя теперь къ основной нашей цѣли —составленію математической формулы издержекъ перевозки

$$\gamma C + Э,$$

начнемъ съ эксплуатаціонныхъ расходовъ по службѣ движенія — $Э_\partial$.

Изъ табл. V видно, что расходы эти составляютъ отъ 14 до 25% всѣхъ эксплуатаціонныхъ расходовъ, причемъ % этотъ не находится, повидимому, ни въ какой зависимости отъ густоты движенія, что противорѣчитъ общепринятымъ взглядамъ на этотъ предметъ. Какъ показываетъ таб. VI, относящаяся ко всѣмъ русскимъ дорогамъ общаго пользованія, ихъ можно раздѣлить на три категоріи.

Расходы первыхъ двухъ категорій, въ свою очередь, мы можемъ мысленно разбить на слѣдующія четыре части:

Таблица V. 1911.

ДОРОГА	Густота движенія въ поѣздахъ на 1 версту главнаго пути	Расходы по IV отд. смѣты		
		Въ рубляхъ на 10^3 поѣздо-верстъ	Въ рубляхъ на 10^6 пудоверстъ нетто	Въ % всей смѣты
Александровская	23,0	282	27,0	18,6
Екатерининская	20,5	366	19,5	21,4
Закавказскія	15,7	454	41,0	21,1
Либаво-Роменская	17,9	362	24,2	24,7
М. Курская и Нижегородская	33,1	341	26,2	20,1
Николаевская	26,4	456	33,2	23,9
Пермская	12,3	238	20,4	18,5
Полѣсскія	12,4	284	17,9	19,6
Привислинскія	19,5	367	27,1	23,2
Риго-Орловская	19,2	358	27,4	24,0
Сызрано-Вяземская	18,5	296	31,1	19,4
Самаро-Златоустовская	25,3	290	21,2	18,6
Сѣверныя	13,8	353	29,8	21,8
Сѣверо-Западныя	20,9	305	33,7	21,3
Юго-Западныя	20,5	337	24,6	21,6
Южныя	21,2	390	24,1	24,1
Среднее для казен. жж. дд. Европейской Россіи	19,4	350	27,2	20,9
Забайкальская	11,4	507	54,4	18,1
Сибирская	20,7	268	21,1	18,0
Средне-Азіатская	11,7	275	24,7	15,7
Ташкентская	16,8	278	23,8	18,1
Среднее для жж. дд. Азіатской Россіи	16,0	332	31,0	17,5
Владикавказская	23,2	276	20,6	18,7
М. Виндаво-Рыбинская Спб. с.	11,9	253	19,1	17,0
„ „ М. с.	10,8	247	16,1	16,1
Московско-Казанская	14,8	339	25,4	18,8
М. Кіево-Воронежская	15,4	339	26,2	21,3
Рязанско-Уральская	12,3	340	29,4	19,6
Юго-Восточныя	16,1	315	22,9	19,4
Среднее для частныхъ жж. дд.	15,2	301	22,8	18,6
Среднее для всей сѣти	17,6	336	26,7	19,9

Продолженіе табл. V.

Таол. VI. Русская сѣть общ. пользованія. 1911.

Главы IV. отдѣла	НАИМЕНОВАНІЕ РАСХОДОВЪ.	Размѣръ ихъ			
		Въ руб. на 1000 поѣздо верстъ	Въ руб. на 10^6 пудо-вер. нетто	Въ % смѣты IV отдѣла	Въ % всей смѣты
1	Содержаніе управленія службою	17	1,3	5,0	1,0
2 4	Расходы по станціонной службѣ, включая содержаніе телеграфа и телефоновъ	245	19,6	73,2	14,6
3	Расходы по службѣ поѣздовъ	73	5,8	21,8	4,3
	Итого	335	26,7	100	19,9

а) расходы по погрузкѣ, выгрузкѣ и передачѣ,

б) расходы по сортировкѣ грузовъ и вагоновъ,

в) расходы по содержанію того минимальнаго штата, который былъ бы и при движеніи равнымъ нулю,

г) прочіе расходы по пріему, отправленію и пропуску поѣздовъ.

Расходы по первымъ тремъ группамъ можно считать не зависящими отъ размѣровъ движенія и, во всякомъ случаѣ, отъ организаціи перевозокъ, ибо расходы по погрузкѣ, выгрузкѣ, передачѣ и сортировкѣ обуславливаются конфигураціею движенія, а не величиной его: мы можемъ себѣ представить дорогу съ очень большимъ, но исключительно транзитнымъ движеніемъ, гдѣ эта величина будетъ почти нулемъ, и другую дорогу съ меньшимъ, но исключительно мѣстнымъ движеніемъ, гдѣ она будетъ весьма значительна, поэтому правильнѣе всего эти расходы относить къ верстѣ главнаго пути. Что же касается группы г, то она, очевидно, прямо пропорціональна поѣздоверстамъ. Поэтому расходы по управленію и станціонной службѣ, включая телеграфъ,

$$Э'_0 = Z_0 s + Y_0' \Sigma n s.$$

Опредѣленіе коэффиціентовъ этой формулы для любого участка не представляетъ затрудненій. Прежде всего надо выдѣлить всѣ расходы по группамъ а и б, что всегда возможно; затѣмъ надо составить фиктивную смѣту по содержанію управленія и станцій при 1 парѣ пассажирскихъ поѣздовъ, или воспользоваться, если такіе участки есть на дорогѣ въ дѣйствительности, ихъ данными; сумма всѣхъ этихъ расходовъ и даетъ величину A_0. Наконецъ, вычитая расходы по группамъ а, б и в изъ общей ихъ суммы и дѣля разность на число тысячъ сдѣланныхъ поѣздоверстъ, мы получимъ Y'_0.

Производя такіе разсчеты для разныхъ участковъ Екатерининской ж. д., я получилъ значенія Y'_0, колеблющіяся между 22 и 57 рублей на 10^3 поѣздоверстъ. Однако, если расположить эти цифры въ возрастающемъ порядкѣ, какъ это сдѣлано въ таблицѣ VII, и сопоставить съ данными о размѣрѣ и системахъ движенія на этихъ участкахъ, то мы видимъ, что колебанія эти далеко не случайны.

Что же касается Ташкентской ж. д., то для нея въ среднемъ

$$Y_0' = 0{,}055,$$

т. е. на каждыя 1000 поѣздоверстъ расходъ по пропуску поѣздовъ составляетъ тамъ 55 р.

Таблица VII.

НАЗВАНІЕ УЧАСТКА.	y'_d	Число главныхъ путей.	Система движенія и особыя обстоятельства.
Харцызскъ-Таганрогъ	0,022	2	Телеграфное сношеніе безъ запроса (вѣчно открытые перегоны).
Еленовка-Маріуполь	0,022	»	
Авдѣевка-Екатеринославъ . .	0,025	»	Электроблокировка.
Попасная-Купянскъ	0,025	»	
Луганскъ-Миллерово	0,027	1	Телеграфное соглашеніе.
Екатеринославъ-Пятихатки .	0,034	2	Электроблокировка. Усиленная мѣстная работа.
Долгинцево-Долинская . . .	0,034	1	Телеграфное соглашеніе.
Верховцево-Долгинцево . . .	0,040	»	Тоже. Разъѣзды черезъ 5 в.
. . . . .			Телеграфное соглашеніе.
. . . . .			Участокъ перегруженный.
Криничная-Хацепетовка . .	0,057	1	Большая мѣстная работа.

Цыфра эта значительно выше, чѣмъ на Ек. ж. д., что объясняется съ одной стороны необходимостью въ пустынѣ платить людямъ нѣсколько дороже, а во вторыхъ, крайней неравномѣрностью движенія, благодаря которому нѣсколько мѣсяцевъ въ году приходится держать лишній штатъ.

Переходя теперь къ расходамъ по службѣ поѣздовъ, отмѣтимъ прежде всего, что ихъ легко раздѣлить на двѣ части:

а) окладное содержаніе бригадамъ, включая сюда квартирные расходы и обмундированіе,

б) поверстныя.

Расходы по группѣ (а) пропорціональны числу бригадъ, а по группѣ (б)—ихъ пробѣгу, иными словами

$$Э_д'' = B_д\, д + b_д\, \Sigma ns, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (*)$$

гдѣ $B_д$—окладное содержаніе одной бригады, включая расходы по ея обмундированію и снабженію квартирами, а $b_д$— размѣръ поверстныхъ для всей бригады съ тысячи верстъ. Очевидно, что, если годовой пробѣгъ одной бригады мы назовемъ $x_д$, то

$$д = \frac{10^3 \Sigma ns}{x_д}.$$

Съ другой стороны очевидно, что величи-

на $x_д$, какъ и x_k, не есть постоянная. Постояннымъ же является число рабочихъ часовъ бригады въ годъ $J_д$, опредѣляемое министерскими нормами работы и отдыха. Число же сдѣланныхъ верстъ $x_д$ находится въ прямой зависимости отъ той коммерческой скорости движенія бригады $V_д$, которую удается реализовать на данномъ участкѣ. Поэтому правильнѣе считать, что

$$д = \frac{10^3 \Sigma ns}{x_д} = \frac{10^3 \Sigma ns}{J_д V_д}$$

пропорціонально не поѣздоверстамъ Σns, а бригадочасамъ

$$\frac{\Sigma ns}{V_д}.$$

Переходя отъ годового числа часовъ работы къ мѣсячному $j_д$, мы можемъ считать, что

$$J_д \equiv 11 j_д,$$

ибо примѣрно $^1/_{12}$ штатныхъ служащихъ слѣдуетъ считать въ отпуску и больными. Въ этомъ предположеніи формула (*) получитъ видъ

$$Э_д'' = h_д \frac{\Sigma ns}{V_д} + b_д \Sigma ns,$$

гдѣ

$$h_д = \frac{B_д}{11 j_д}$$

есть не что либо иное, какъ окладная стоимость 1000 бригадочасовъ. Для того, чтобы получить численное значеніе этой величины, нужно всѣ расходы по окладному содержанію бригадъ, ихъ обмундированію и квартирному довольствію раздѣлить на число исполненныхъ за данное время бригадочасовъ, выраженное въ тысячахъ. Иными словами для правильнаго опредѣленія этой величины необходимо вести учетъ бригадочасовъ, что производится, насколько мнѣ извѣстно, теперь лишь на Екатерининской ж. д.

Впрочемъ приблизительно $h_д$ можетъ быть опредѣлено по коммерческой скорости и для дорогъ, не ведущихъ этого учета. Въ самомъ дѣлѣ называя черезъ $t_д$ время нужное на пріемъ и сдачу поѣзда, черезъ $s_д$ средній пробѣгъ кондукторской бригады отъ смѣны до смѣны, а черезъ V_c коммерческую скорость товарныхъ поѣздовъ, мы имѣемъ для времени обслуживанія одного поѣзда кондукторской бригадой выраженіе

$$\frac{s_д}{V_c} + t_д,$$

откуда коммерческая скорость бригады

$$V_д = \frac{1}{\frac{1}{V_c} + \frac{t_д}{s}},$$

что въ свою очередь приводитъ насъ къ формулѣ

$$h_\partial = \frac{\Theta_\partial''}{\left(\frac{I}{V_c} + \frac{t_\partial}{s}\right)\Sigma ns}.$$

Пользуясь этой формулой, мною были подсчитаны h_∂ для товарныхъ бригадъ на разныхъ участкахъ Юго-Западныхъ, Южныхъ и Юго-Восточныхъ ж.ж. д.д., приведенныя въ таб. VIII.

Таблица VIII. Товарныя бригады.

ДОРОГА.	Предѣлы колебанія h_∂.	Предѣлы колебанія b_∂.
Юго-Западныя	220 — 400	10,0 — 21,0
Южныя	290 — 380	13,5 — 16,5
Юго-Восточныя	350 — 450	18,3

Что же касается этихъ данныхъ для Екатерининской и Ташк. ж. д., гдѣ ихъ можно подсчитать болѣе точно, то они даны въ таблицахъ IX и X. Во всѣхъ этихъ таблицахъ приведены также и значенія b_∂, т. е. средній размѣръ поверстныхъ, уплачиваемыхъ цѣлой бригадѣ.

Данныя эти показываютъ намъ, что размѣръ, какъ окладнаго содержанія бригадъ,

Таблица IX. Ек. ж. д.

Товарныя бригады.

Участокъ тяги.	Кондукторскій резервъ.	h_∂	b_∂
I	Долгинцевскій	530	16,5
II	Екатеринославскій и Запорожскій	590	14,1
III	Авдѣевскій	430	17,2
IV	Пологскій и Бердянскій . .	400	15,0
V	Авдѣевскій	430	17,2
VI	Таганрогскій и Ростовскій .	590	13,2
VII	Маріупольскій	500	16,7
VIII	Дебальцевскій.	510	18,1
IX	Луганскій	450	16,1
X	Сватовскій и Попаснянскій .	460	15,5
XI	Долгинцевскій	510	27,5

Таблица X Ташк. ж. д.

Бригады	B_∂	j_∂	h_∂	b_∂
Пассажирскія	2290	200	950	24,00
Товарныя	1790	250	600	15,75

такъ и уплачиваемыхъ имъ поверстныхъ, колеблются въ довольно широкихъ предѣлахъ

не только для разныхъ дорогъ, но и для разныхъ участковъ одной и той же дороги. Это объясняется съ одной стороны необходимостью при установленіи размѣра вознагражденія считаться съ условіями службы и дороговизной жизни въ данномъ пунктѣ, а съ другой стороны тѣмъ обстоятельствомъ, что въ зависимости отъ величины составовъ и необходимаго числа дѣйствующихъ тормазовъ число кондукторовъ въ товарной бригадѣ мѣняется въ довольно широкихъ предѣлахъ.

Возвращаясь теперь къ формулѣ

$$Э_д = Э_д' + Э_д'',$$

мы можемъ ее послѣ всего сказаннаго представить подъ видомъ

$$Э_д = Z_д s + h_д \frac{\Sigma ns}{V_д} + Y_д \Sigma ns, \quad \ldots \quad 8$$

гдѣ

$$Y_д = Y_д' + b_д.$$

Эксплуатаціонные расходы по сл. тяги.

На ряду съ другими службами, тяга въ смыслѣ расходовъ на всѣхъ почти дорогахъ занимаетъ первое мѣсто. Изъ таблицы XI

Таблица XI. 1911.

ДОРОГА.	Размѣръ расходовъ по сл. тяги		
	Въ руб. на 1000 поѣздоверстъ	Въ руб. на 10^6 пудоверстъ нетто	Въ % отъ всей смѣты
Александровская	630	60.3	41.5
Екатерининская	672	35,8	39,3
Закавказскія	723	65.4	33,5
Либаво-Роменская	543	36,4	37.0
М. Курская и Нижегородская	755	58,0	44.4
Николаевская	772	56,6	40,5
Пермская	493	42,2	38,2
Полѣсскія	528	33.2	36,5
Привислинскія	601	44.1	37,9
Рыго-Орловская	581	44.9	38,9
Самаро-Златоустовская . . .	611	64.0	40,1
Сызрано-Вяземская	699	51.0	44.9

Продолженіе табл. XI.

Сѣверныя	671	56,3	41,4
Сѣверо-Западныя	628	69,5	43.9
Юго-Западныя	601	43,9	38.6
Южныя	626	38.7	38,7
Среднее для каз. жж. дд. Европ. Россіи	669	52,3	39.6
Забайкальская	965	103,0	34,4
Сибирская	566	44.4	38,0
Средне-Азіатская	715	64..4	40.9
Ташкентская	735	65.0	47,8
Среднее для каз. жж. дд. Азіатской Россіи.	745	69.2	40,3
Владикавказская	602	45.0	40.2
М. Винд.-Рыбинская М. сѣть	542	41,0	36.3
„ „ СПБ. „	558	36,2	36,3
Московско-Казанская	774	56.3	42.9
Московско-Кіево-Воронежск.	606	46.9	38,0
Рязанско-Уральская	609	52,7	35.0
Юго-Восточныя	634	46.0	39.1
Среднее для частныхъ ж.ж. д.д.	618	46,3	38,2
Среднее для всей сѣти . . .	668	53,2	39,4

видно, что расходы ея составляютъ отъ 36 до 48% смѣты, причемъ % этотъ при равныхъ прочихъ условіяхъ растетъ вмѣстѣ съ густотой движенія. Въ виду значительности этихъ расходовъ, остановимся на нихъ нѣсколько подробнѣе. Это слѣдуетъ сдѣлать еще и потому, что почти всѣ они находятся въ тѣсной зависимости отъ организаціи дѣла перевозокъ.

По принятой у насъ формѣ смѣтъ, V ихъ отдѣлъ, обнимающій расходы по службѣ тяги, разбивается на 7 главъ, какъ это показано въ таб. XII (стр. 76).

Расходы по содержанію управленія службы тяги можно, какъ и расходы по содержанію управленія службы движенія, разбить на двѣ категоріи: обязательные при всякомъ движеніи и дополнительные, вызываемые ростомъ движенія. Первые можно считать пропорціональными длинѣ дороги, остальные—пудоверстамъ брутто. Но такъ какъ и то и другое отъ организаціи перевозокъ не зависитъ, то мы можемъ принять ихъ всѣ пропорціональными длинѣ, т. е. понимать, что

$$Э_m = Z_m' s.$$

Расходы по тягѣ поѣздовъ въ свою очередь разбиваются на восемь частей, какъ это указано въ таблицѣ XIII (стр. 77).

Что касается окладного содержанія паровозныхъ бригадъ, то на основаніи тѣхъ же

соображеніи, которыя были приведены въ предыдущей главѣ по поводу содержанія кондукторскихъ бригадъ, слѣдуетъ признать, что оно пропорціонально не паровозоверстамъ, а бригадочасамъ; именно, если черезъ j'_{κ} мы назовемъ то количество рабочихъ часовъ въ

Табл. XII. Русская сѣть общ. пользованія. 1911.

Глава	Наименованіе расходовъ	РАЗМѢРЪ ИХЪ			
		Въ руб. 10^3 поѣздоверстъ	Въ руб. на 10^6 пудоверстъ нетто	Въ % всей смѣты	Въ % расходовъ у отдѣла
1	Содержаніе Управленія службою . .	18	1.4	1,1	2.7
2	Тяга поѣздовъ . .	350	27.9	20.7	52.5
3	Содержаніе вагоновъ	40	3.2	2,4	6.0
4	Содержаніе мастерскихъ	41	3,3	2,4	6,2
5	Возобновленіе и исправленіе паровозовъ	109	8,7	6.4	16,3
6	Возобновленіе и исправленіе вагоновъ	101	8.1	5.9	15,1
7	Наемъ подвижного состава	8	0.6	0.5	1.2
	ИТОГО .	668	53.2	39,4	100.0

Табл. XIII. Русская сѣть общ. пользованія. 1911.

Наименованіе расходовъ	РАЗМѢРЪ ИХЪ			
	Въ рубляхъ		Въ % %	
	На 10^3 паровозоверстъ	На 10^6 пудоверстъ нетто	Всей смѣты	Смѣты у отдѣла
1. Окладное содержаніе агентовъ по тягѣ поѣздовъ, включая обмундированіе и квартирныя	34	3,9	2,9	7,4
2. Поверстныя и суточныя	31	3,6	2,6	6,5
3. Отопленіе паровозовъ	160	17,6	13.3	33,8
4. Содержаніе паровозныхъ сараевъ и дежурныхъ комнатъ . .	3	0,3	0,2	0,6
5. Освѣщеніе паровозовъ	1	0,1	0,1	0,2
6. Промывки котловъ и чистка паровозовъ	4	0.5	0,3	0,7
7. Смазка паровозовъ .	4	0,5	0,3	0,7
8. Водоснабженіе . .	13	1,4	1.0	2,6
ИТОГО .	250	27.9	20.7	52.5

мѣсяцъ, которое установлено дѣйствующими правилами, то число бригадъ

$$k = \frac{\Sigma n' s}{11 j'_к V_к},$$

а расходы по ихъ содержанію

$$a = B_к k' = \frac{B_к}{11 j'_к} \frac{\Sigma n' s}{V_к},$$

гдѣ

$$\frac{B_к}{11 j_к} = h_к''$$

стоимость бригадочаса, а

$$\frac{\Sigma n' s}{V_к}$$

исполненныхъ паровозочасовъ. При очныхъ бригадахъ

$$j_к' = j_к;$$

а смѣнныхъ же $j'_к$ можно принимать, безносительно къ условіямъ воды и ремонта, внымъ

$$j_к' = 27 \times 12 = 324 \simeq 320.$$

Что же касается величины $B_к$, то она на разныхъ участкахъ дороги даже при одномъ и томъ же числѣ лицъ въ бригадѣ можетъ колебаться весьма значительно не только въ зависимости отъ классовъ машинистовъ и

помощниковъ, но и оттого, что сообразно съ условіями жизни, машинисты одного и того же класса на разныхъ участкахъ могутъ получать разное жалованіе (см. таб. XIV). Кромѣ того, во время усиленнаго движенія всѣ помощники, имѣющіе право самостоятельнаго управленія паровозомъ, ставятся за машинистовъ, а освободившіяся мѣста помощниковъ замѣщаются поденными, что на участкахъ съ рѣзко мѣняющимися размѣрами движенія всегда понижаетъ среднее значеніе $B_к$. Этимъ и объясняются тѣ значительныя колебанія h_∂ даже на одной дорогѣ, которыя видны изъ таблицъ XIV и XVI, относящихся къ Ек. и Ташк. ж. д., гдѣ, благодаря учету паровозочасовъ, эту величину можно подсчитать вполнѣ точно.

Что же касается дорогъ, гдѣ учетъ паровозочасовъ не ведется, то тамъ $h_к$ можно подсчитать лишь приблизительно, пользуясь тѣмъ же методомъ, который на стр. 69—70 былъ предложенъ для опредѣленія h_0. Результаты такихъ подсчетовъ для трехъ дорогъ, о которыхъ шла рѣчь выше приведены въ таблицѣ XVI.

Въ этихъ же таблицахъ приведены и соотвѣтственныя ставки поверстныхъ. При этомъ обращаетъ вниманіе тотъ фактъ, что

Таблица XIV. Ташк. ж. д. 1910.

Участокъ	Основное депо	Условія жизни	Годовой окладъ машинистовъ				Годовой окладъ помощник.		Среднее $h''_к$	
			I кл.	II кл.	III кл.	IV кл.	I кл.	II кл.	Пасс.	Тов.
I	Бузулукъ . .	Европейская Россія .	660	600	540	480	420	360	540	270
II	Оренбургъ. .	„ „	„	„	„	„	„	„	510	280
III	Актюбинскъ.	Тургайская степь . .	„	„	„	„	„	„	500	250
IV	Челкаръ . . .	Пустыня	780	720	660	600	540	480	510	340
V	Казалинскъ .	„	„	„	„	„	„	„	—	320
VI	Перовскъ . .	Долина р. Сыръ-Дарьи	720	660	600	540	480	420	550	300
VII	Туркестанъ	Предгорье Кара-Тау .	„	„	„	„	„	„	550	300
VIII	Ташкентъ . .	Оазисъ, малярія . . .	„	„	„	„	„	„	—	340

Таблица XV. Ек. ж. д.. Товарныя бригады.

Участокъ.	Основное депо.	Условія жизни.	$h''_к$	$b_к$
I	Долгинцево . .	Криворожскій рудный раіонъ	390	36
II	Екатеринославъ	Промышленный городъ	410	36
III	Гришино	Земледѣльческій раіонъ	490	33
IV	Пологи	„ „	380	30
V	Авдѣевка . . .	Угольный раіонъ	320	43
VI	Таганрогъ . . .	Промышленный городъ	390	33
VII	Маріуполь . . .	Портовый городъ	410	35
VIII	Дебальцево . .	Промышленное мѣстечко	310	36
IX	Луганскъ . . .	Промышленный городъ	310	34
X	Попасная . . .	Угольный раіонъ	270	36
»	Сватово	Земледѣльческій раіонъ	270	36
XI	Никополь . . .	Рѣчной портъ на Днѣпрѣ	430	34

Таблица XVI. Товарныя бригады.

Дорога.	Предѣлъ колебанія $h_к$.	Предѣлъ колеб. $b_к$	
		На паровозахъ 0—4—0	На паровозахъ 1—4—0
Юго-Западныя .	230 — 310	30	37
Южныя	— —	27 — 28	35 — 36
Юго-Восточныя.	270 — 330	26 — 30	29 — 33

величина этихъ ставокъ зависитъ не только отъ условій жизни, но и отъ типа паровоза. Чѣмъ паровозъ больше и сложнѣе, тѣмъ больше приходится платить поверстныхъ; однако даже удвоеніе этой ставки выгоднѣе, чѣмъ держать на паровозѣ трехъ человѣкъ, ибо, не говоря уже о томъ, что этому третьему надо платить и жалованіе и поверстныя, „у семи нянекъ дитя безъ глаза“. Только при дровяномъ отопленіи обойтись безъ кочегара невозможно.

Надо имѣть въ виду, что ставка $b_к$, приведенная въ этихъ таблицахъ, есть частное отъ дѣленія всѣхъ расходовъ по оплатѣ поверстныхъ и суточныхъ на число паровозоверстъ въ тысячахъ, а не норма, уплачиваемая бригадѣ съ тысячи. Дѣло въ томъ, что въ эти расходы помимо

$$b'_к \Sigma n's$$

входятъ еще и расходы по оплатѣ резерва, составляющіе въ годъ

$$b_r J_r,$$

гдѣ b_r ставка за часъ резерва, а J_r число его часовъ въ годъ. Такимъ образомъ всѣ расходы этой группы

$$b = b_к \Sigma n's = b_к \Sigma n's + b_r J_r,$$

откуда, называя

$$\frac{J_r}{\Sigma n's} = \vartheta_r,$$

$$b_к = b_к' + \vartheta_r b_r.$$

Таблица XVII показываетъ намъ, что второй членъ этой формулы вовсе уже не

Таблица XVII. Ташк. ж. д.

Кому	$b_к$		b_r
	Пасс.	Тов.	
Машинисту	16	18	0,06
Помощнику	8	9	0,03
Бригадѣ	24	27	0,09

такъ малъ, чтобы съ нимъ можно было не считаться.

Расходы по содержанію паровозныхъ сараевъ и дежурныхъ комнатъ, особенно при-

нимая во вниманіе, что они для всей сѣти составляютъ лишь 0,2% эксплуатаціонной смѣты, можно смѣло считать пропорціональными числу паровозоверстъ. Иными словами можно считать, что

$$d = d_k \Sigma n' s,$$

гдѣ d_k для разныхъ дорогъ колеблется около 2 руб. на 10^3 паровозоверстъ.

Переходимъ теперь къ расходамъ по отопленію паровозовъ, занимающимъ на ряду съ другими эксплуатаціонными расходами по своей величинѣ первое мѣсто. Изъ таб. XVIII видно, что расходы эти, представляющіе изъ себя ничто иное, какъ плату за энергію, перемѣщающую поѣзда составляютъ отъ 8 до 20% всей смѣты.

Величина этихъ расходовъ зависитъ отъ двухъ факторовъ: средней цѣны топлива c', въ которую включены всѣ накладные расходы, и годового его расхода. Что же касается этой послѣдней величины, то ее слѣдуетъ раздѣлить на двѣ независящія другъ отъ друга части: первая заключаетъ въ себѣ то количество топлива, которое пошло на совершеніе механической работы, а вторая—то количество топлива, которое пошло на поддержаніе теплового равновѣсія котла, несмотря на наружное охлажденіе. Расходъ перваго

Табл. XVIII. Русская сѣть общ. пользованія. 1911.

Дорога.	Расходы по отопленію паровозовъ.				
	въ рубляхъ			въ %%	
	На 1000 паровозо-верстъ.	На 10^6 пу-доверстъ брутто.	На 10^6 пу-доверстъ нетто.	всей смѣты.	смѣты V отд.
Александровская . . .	184,8	10,3	23,2	16,0	38,6
Екатерининская . . .	168,8	4,6	8,4	9,2	23,4
Закавказскія	146,0	9,8	20,4	10,5	31,3
Либаво-Роменская . .	142,8	6,1	13,1	13,3	35,9
М. К. и Нижегородская	181,6	9,2	20,6	15,8	35,6
Николаевская	208,9	9,5	22,3	15,9	39,2
Пермская	98,4	5,2	11,9	10,8	28,2
Полѣсскія	135,6	6,3	11,5	12,5	34,2
Привислинскія	139,4	7,8	15,6	13,3	35,1
Риго-Орловская . . .	141,3	7,4	15,8	13,7	35,2
Сызрано-Вяземская .	166,8	10,2	25,7	16,0	39,9
Самаро-Златоустовск.	225,5	10,1	22,1	19,5	43,4
Сѣверныя	169,8	8,1	19,8	14,5	35,0
Сѣверо-Западныя . .	174,8	10,1	26,3	16,6	37,8
Юго-Западныя	106,6	7,5	15,6	13,7	35,5
Южныя	119,0	5,2	10,7	10,7	27,6
Среднее для казенн. желѣзныхъ дорогъ Европейской Россіи.	158,5	8,2	17,9	13,6	34,3

Продолженіе табл. XVIII.

Забайкальская	177,1	9.5	24,7	8,2	23,8
Сибирская	111,3	4.8	10,6	9.6	25,2
Средне-Азіатская . .	145,3	8.3	17,4	11,1	27.1
Ташкентская	205.6	10.1	23,6	18.0	37.6
Среднее для казенн. желѣзныхъ дорогъ Азіатской Россіи .	159.8	8,2	19,0	11.7	29,0
Владикавказская . . .	138.9	6,1	13,8	12.3	30.6
М. В. Рыбинск. СПБ. с.	158.5	6,4	14.3	13,4	36.9
» М. с.	164.1	6,0	13.1	13.1	36.1
Московско-Казанская	196,8	8,3	18,5	14.1	32,8
М. Кіево-Воронежская	169.4	8,1	16.9	13.7	36.0
Рязанско-Уральская .	168,6	8,4	19.3	12,8	36,5
Юго-Восточныя . . .	148,0	7.4	15,8	13,4	34.3
Среднее для частныхъ желѣзн. дорогъ . . .	163.5	7,2	16.0	13.2	34.5
Среднее для всей сѣти	159,9	7,9	17.6	13,3	33,8

рода имѣетъ мѣсто только при движеніи, а расходъ второго рода втеченіи всего того времени, когда паровозъ находится на службѣ. Поэтому, этотъ послѣдній расходъ выражается, какъ произведеніе количества топлива

C_0, необходимаго для поддержанія теплового равновѣсія котла втеченіи часа, и полнаго числа исполненныхъ паровозочасовъ $J_k\ k$. Что же касается расхода перваго рода, то его можно съ равнымъ правомъ принимать пропорціональнымъ, какъ числу часовъ движенія паровоза

$$\sum \frac{n's}{V_x} = J_x k,$$

гдѣ V_x есть средняя ходовая скорость, такъ и исполненной паровозами механической работѣ.

Первое предположеніе имѣетъ за собой то основаніе, что разсчетъ временъ хода ведется обычно въ предположеніи постоянной интенсивности горѣнія, т. е. въ предположеніи, что паровозъ сжигаетъ въ часъ на одномъ квадратномъ метрѣ площади рѣшетки постоянное количество топлива y. Въ дѣйствительности, однако, на уклонахъ паровозу приходится работать съ меньшими интенсивностями горѣнія и даже зачастую съ интенсивностью

$$y_0 = C_0/G,$$

гдѣ G есть площадь рѣшетки. Поэтому средняя ходовая интенсивность горѣнія

$$y_x = \frac{I}{I_x} \sum_x Jy$$

всегда меньше разсчетной. Тѣмъ не менѣе обозначеніе количества топлива, сожженнаго на ходу черезъ

$$y_x G \frac{\Sigma n's}{V_x}$$

имѣетъ, какъ мы увидимъ ниже, значительныя удобства. Даже болѣе, иногда приходится все количество топлива считать пропоціональнымъ паровозочасамъ, т. е. полагать его равнымъ

$$y_к G \frac{\Sigma n's}{V_к} = y_к G J_к k.$$

Такъ какъ съ другой стороны, очевидно, что полное количество топлива, сожженное въ годъ, равно

$$k(J_o G y_o + J_x G y_x),$$

гдѣ

$$J_o = J_к - J_x$$

есть среднее годовое число часовъ простоя одного паровоза, то слѣдовательно

$$y_к = \frac{J_o y_o + J_x y_x}{J_к}.$$

Формулу эту можно еще нѣсколько преобразовать, раздѣливъ числителя и знаменателя на годовой пробѣгъ $x_к$. Очевидно,

$$\frac{x_к}{J_x} = V_x$$

есть ходовая скорость,

$$\frac{x_к}{J_x} = V_к$$

коммерческая, а

$$\frac{J_o}{x_к} = \vartheta$$

величина простоевъ, отнесенная къ верстѣ пробѣга.

При этихъ обозначеніяхъ

$$y_к = V_к \left(\frac{y_x}{V_x} + \vartheta y_o \right), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9$$

а годовой расходъ на отопленіе паровозовъ

$$c = c' G y_к \frac{\Sigma n's}{V_к}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10$$

при цѣнѣ топлива c' руб. за 1 килограммъ

$$c = c' G \left(\frac{y_x}{V_x} + y_o \vartheta \right) \Sigma n's \quad . \quad . \quad 10 \text{ bis}$$

Если же мы предположимъ, что расходъ топлива, пошедшаго на совершеніе механической работы, пропорціоналенъ величинѣ этой послѣдней, то величина этого расхода найдется изъ слѣдующихъ соображеній: величину механической работы T, исполненной паровозомъ, можно разбить на двѣ части: затраченную на перемѣщеніе самого паровоза и затраченную на перемѣщеніе вагоновъ; пер-

вая пропорціональна тысячамъ паровозоверстъ $\Sigma n's$, а вторая — милліонамъ пудоверстъ брутто ΣTs. Именно, если среднія значенія сопротивленія паровоза и вагоновъ на разсматриваемомъ участкѣ въ kgr. на 1 тонну ихъ вѣса назвать черезъ w' и w'', а средній вѣсъ паровоза черезъ P, то

$$T = 16/15\,[Pw'\Sigma n's + 10^3/61 w''\Sigma Ts]$$

милліоновъ килограммометровъ, гдѣ $^{16}/_{15}$ есть переводной коэффиціентъ изъ верстъ въ километры, а $10^6/61$ изъ 10^6 пудоверстъ въ тонны. Съ другой стороны, расходъ топлива въ килограммахъ на 10^6 килограммометровъ

$$g = \frac{C.10^6}{270000N} = \frac{C/N}{0{,}27},$$

гдѣ C/N есть средній расходъ топлива въ kgr. на паровую лошадь въ часъ. Поэтому количество топлива въ пудахъ, пошедшее на совершеніе паровозомъ работы T

$$gT = \frac{16C/N}{11\times 15\times 0{,}27\times 16{,}4}\left[Pw'\Sigma n's + \frac{10^3}{61} w''\Sigma Ts\right] =$$
$$= [0{,}24Pw'\Sigma n's + 3{,}94\, w''\Sigma Ts]\, C/N,$$

а полный расходъ топлива въ пудахъ

$$Gy_к \frac{\Sigma n's}{V_к} = g_0 \frac{\Sigma n's}{V_к} + g_1 \Sigma n's + g_2 \Sigma Ts, \quad \ldots \quad 11$$

гдѣ
$$g_0 = 61C_0, \quad \ldots \quad 12$$
$$g_1 = 24Pw'C/N, \quad \ldots \quad 13$$
$$g_2 = 3{,}94w''C/N. \quad \ldots \quad 14$$

Формула эта на Ташкентской и на Николаевской ж.ж. д.д. была положена мной въ основу опредѣленія нормъ на отопленіе паровозовъ. Въ отличіе отъ всѣхъ другихъ дорогъ, придерживающихся лишь оффиціальныхъ измѣрителей, благодаря этой формулѣ намъ пришлось установить три ставки:

1) на 1000 паровозочасовъ, въ возмѣщеніе потерь черезъ обшивку, $g_0 = 61\,C_0$ пуд.,

2) на 1000, паровозоверстъ $g_1 = 0{,}24\ P\ (C/N)$ пуд.,

3) на милліонъ пудоверстъ $g_2 = 3{,}94\ (C/N)$ пуд.

Такой порядокъ нормировки топлива имѣетъ за собой помимо логической правильности еще и то преимущество, что устраняетъ всякія недоразумѣнія съ возмѣщеніемъ машинистамъ топлива „за держаніе пара“ при задержкахъ по станціямъ, такъ какъ это возмѣщеніе происходитъ здѣсь автоматически, благодаря включенію этого расхода въ ставку g_0.

Зная коэффиціенты g_0, g_1 и g_2, мы можемъ подсчитать расходъ топлива на любую еди-

ницу. Въ самомъ дѣлѣ, если мы хотимъ знать расходъ топлива на 1000 паровозочасовъ, то изъ формулы (7) слѣдуетъ, что

$$Gy_к = g_0 + g_1 V_к + g_2 \frac{\Sigma Ts}{\Sigma n's} V_к,$$

или, замѣчая, что

$$\frac{\Sigma Ts}{\Sigma n's} = \frac{Q}{1+\beta},$$

гдѣ Q средній составъ поѣзда въ 10^3 пуд.

$$Gy_к = g_0 + g_1 V_к + \frac{g_2 Q}{1+\beta} V_к;$$

если же мы хотимъ узнать расходъ топлива, какъ онъ дается въ нашихъ смѣтахъ и отчетахъ, на 100 паровозоверстъ, то расходъ этотъ

$$\frac{1}{10}\frac{Gy_к}{V_к} = \frac{1}{10}\left(\frac{g_0}{V_к} + g_1 + \frac{g_2 Q}{(1+\beta)}\right),$$

и наконецъ расходъ на 10^6 пудоверстъ брутто

$$(1+\beta)\frac{Gy_к}{V_к Q_к} = (1+\beta)\left(\frac{g_0}{V_к Q} + \frac{g_1}{Q} + \frac{g_2}{1+\beta}\right).$$

Опредѣленіе ставокъ g_0, g_1 и g_2 теоретическимъ путемъ, при современномъ состояніи теоріи паровозовъ невозможно, да и едва ли и будетъ когда нибудь возможно, ибо величины ихъ являются результатомъ всего того

цикла явленій, который имѣетъ мѣсто въ паровозномъ котлѣ и машинѣ, а явленія эти въ различныхъ типахъ паровозовъ протекаютъ далеко не однообразно. Поэтому значенія g_0, g_1 и g_2 приходится опредѣлять или на основаніи статистическихъ данныхъ или путемъ спеціальныхъ опытовъ. Послѣдніе, конечно, могутъ дать, при надлежащей организаціи, болѣе точные результаты. Цѣлью подобныхъ опытовъ, какъ показываютъ формулы 13—15 является опредѣленіе среднихъ разсчетныхъ значеній C_0, C/N, w' и w'' для участковъ отъ депо до депо. Такіе опыты у насъ были задуманы въ очень широкомъ масштабѣ на бывшей Х. Н. ж. д. начальникомъ депо Николаевъ Г. Н. Теодоровичемъ, но осуществлены они были далеко не въ полномъ объемѣ. Въ болѣе скромныхъ размѣрахъ ихъ удалось провести на Ек., Ташк. и Ник. ж. ж. д. д. автору этихъ строкъ параллельно съ испытаніемъ разныхъ типовъ паровозовъ [1]). Описаніе организаціи и результатовъ этихъ опытовъ завело бы насъ слишкомъ далеко, и потому здѣсь мы ограничимся однимъ лишь примѣромъ.

Лѣтомъ на равнинныхъ участкахъ Ташкентской ж. д., расположенныхъ въ долинѣ

[1]) Это, такъ называемые, опыты II цикла.

р. Сыръ-Дарьи (Казалинскъ-Арысь) при ходовой скорости товарныхъ поѣздовъ средняго вѣса $Q = 28$ тысячъ пудовъ около 30 верстъ въ часъ, согласно этимъ опытамъ, при паровозахъ 0—4—0 нормальнаго типа, вѣсомъ P около 85 тоннъ,

$$w' \simeq 7 \text{ kgr / t},$$
$$w'' \simeq 3,$$

а расходъ нефти

$$C/N \simeq 1,\ 1 \text{ kgr./H. P.}$$

и

$$61\ C_0 = 1000 \text{ пуд.}$$

Съ другой стороны для этихъ участковъ по статистическимъ даннымъ $\beta = 0{,}16$ и $V_k = 15$. Поэтому, согласно формуламъ 13—15, для этихъ условій

$$g_0 = 1000,$$
$$g_1 = 190,$$
$$g_2 = 13,$$

а потому на основаніи формулъ стр. 90 расходъ нефти на 1 часъ

$$Gy_к = 1 + 0{,}19 \times 15 + \frac{13 \times 28 \times 15}{1000 \times 1{,}16} = 8{,}40 \text{ п.} \simeq 138$$

kgr., на 1000 паровозоверстъ

$$1000 \frac{Gy_к}{V_к} = \frac{8400}{15} = 560$$

пудовъ и на 10^6 пудоверстъ

$$1000\,(1+\beta)\frac{Gy_к}{VQ} = 21{,}7$$

пудовъ, что очень близко къ дѣйствительнымъ расходамъ, приведеннымъ въ таб. XIX.

Таблица XIX.

Расходъ нефти въ пудахъ.

Участки	На 1000 общихъ паровозоверстъ			На 10^6 пудоверстъ брутто		
	VI	VII	Среднее	VI	VII	Среднее
Іюнь 1908 г. . .	589	595	592	21,6	20,4	21,0
„ 1909 г. . .	610	597	604	22,0	21,8	21,9
Іюль 1908 г. . .	572	531	551	—	—	— [1]
„ 1909 г. . .	544	538	541	19,5	19.3	19,4
Августъ 1908 г.	615 [2]	714 [2]	665 [2]	20,9	21,5	21,2
„ 1909 г.	574	552	563	21,2	19,7	20,5
Среднее	—	—	570	—	—	20,6

Переходя къ расходамъ по освѣщенію, смазкѣ, чисткѣ и снабженію водой паровозовъ, мы изъ таблицы XX видимъ, что всѣ

[1]) Размывъ.

[2]) Сильные вѣтры. Изъ средняго вывода эти цифры исключены.

Таблица XX. Русская сѣть общаго пользованія 1911 г.

ДОРОГА.	Освѣщеніе паровозовъ.		Смазка паровозовъ.		Промывка и чистка паровозовъ.		Водоснабженіе.	
	Въ рублях на 10^3 паровозоверст.	Въ % всей смѣты.	Въ рублях на 10^3 паровозоверсть.	Въ % всей суммы.	Въ рублях на 10^3 паровозоверсть.	Въ % всей смѣты.	Въ рублях на 10^3 паровозоверсть.	Въ % всей смѣты.
Александровская	0,6	0,05	4.1	0,35	3,9	0.34	7.8	0.68
Екатерининская	0.8	0,07	3.8	0,34	4,9	0.45	11.0	1,16
Закавказскія	0,5	0,04	4,4	0,33	8,1	0,38	14.6	1,08
Либаво-Роменская	0.5	0,05	2.1	0,20	3,9	0.36	7,9	0,79
М. Курская и Нижегородская	0,7	0,06	2,7	0.24	3,7	0,32	10.5	0.94
Николаевская	0.5	0,04	4,4	0,33	3,4	0,26	9.8	0.75
Пермская	0,7	0,08	2,7	0.29	2,0	0.22	5.8	0.97
Полѣсскія	1,0	0,10	3,9	0,36	3.3	0,31	9,3	0.99
Привислинскія	0,8	0,08	3.8	0,37	3,6	0,34	8,0	0.76
Рига-Орловская	0.7	0,06	3,4	0,32	4,8	0,46	7.6	0,95
Сызрано-Вяземская	0,4	0,04	2,8	0,27	3,6	0,35	10,7	1,03
Самаро-Златоустовская	0,7	0,06	2.6	0,23	3,0	0.27	12.9	1.15
Сѣверныя	0,6	0,05	3.1	0,27	3,9	0.33	11,4	0.97
Сѣверо-Западныя	0.8	0,08	4,2	0.40	3,2	0,30	12,5	1.19
Южныя	0,6	0.05	4,1	0,37	4.7	0,42	9,3	0,97
Среднее для казен. жж. дд. Европейской Россіи	0,7	0,06	4,8	0,33	3,8	0,44	10,8	0,94
Забайкальская	1,4	0,07	6.2	0.29	4,1	0,19	27.6	1.09
Сибирская	0,9	0,08	5.1	0.44	3.7	0,32	14,1	1.22
Средне-Азіатская	0,5	0,04	3,7	0.28	6.2	0,47	18,2	1,49
Ташкентская	0.6	0,06	2,2	0,19	2. 9	0,26	19.5	1,84
Среднее для каз. жж. дд. Аз. Россіи	0,8	0.06	4.3	0,30	4.2	0,31	19,8	1,41
Владикавказская	0,4	0.04	2.0	0,20	3,1	0,28	13.9	1.23
М. Виндаво-Рыбинская Спб. с.	0,4	0,03	2,3	0,19	3.6	0,30	12.1	1,01
» » М. с.	0.5	0,04	2,8	0,22	3,1	0,25	13,6	1,09
Московско-Казанская	0.4	0 03	4,0	0 28	3.6	0.26	11,2	0,81
М. Кіево-Воронежская	0,8	0,07	3,6	0,29	3.3	0,27	10.6	0.86
Рязанско-Уральская	0.5	0,04	1,5	0.12	2,7	0,21	13,7	1.04
Юго-Восточныя	0.4	0.03	3.6	0.32	3,7	0.33	7.0	0,99
Среднее для частныхъ жж дд.	0,5	0,04	2,8	0.23	3.4	0.27	11.7	1,00
Среднее для всей сѣти	0,7	0,05	4,2	0,30	3,8	0.33	12,3	1.02

эти расходы вмѣстѣ взятые въ среднемъ составляютъ 1,7%. Цифра эта показываетъ, что если, не считаясь съ физической сущностью тѣхъ явленій, которыя обуславливаютъ эти расходы, принять ихъ пропорціональными пробѣгу паровозовъ, ошибка будетъ не велика. Тѣмъ не менѣе нельзя не признать, что стоимость промывки котловъ и освѣщенія паровозовъ правильнѣе относить къ паровозочасамъ. Въ самомъ дѣлѣ образованіе накипи, для освобожденія отъ которой производятся промывки, происходитъ и въ пути и на стоянкахъ; равнымъ образомъ и освѣщеніе паровозовъ нужно не только во время ихъ движенія, но при остановкахъ. Стоимость чистки паровозовъ, фактически на многихъ дорогахъ отмѣненную, тоже можно принять пропорціональной паровозочасамъ.

Всматриваясь въ таб. XX, мы видимъ, что расходы эти колеблются въ очень тѣсныхъ предѣлахъ. Поэтому при разсчетахъ ихъ можно принимать равными 40—60 руб. на 1000 паровозочасовъ въ зависимости отъ качества воды. Чѣмъ она хуже, тѣмъ расходы эти, которые мы будемъ обозначать буквой f, будутъ больше.

Что касается расходовъ по смазкѣ и водоснабженію, которые можно дѣйствительно

считать пропорціональными пробѣгу, то ихъ можно брать прямо изъ таб. XX; надо лишь помнить, что для паровозовъ съ перегрѣтымъ паромъ расходъ воды % на 10 менѣе, чѣмъ у компаундъ съ насыщеннымъ паромъ, а стоимость смазки на версту пробѣга % на 50—60 дороже, такъ какъ эти паровозы требуютъ спеціальныхъ сортовъ минеральныхъ маслъ съ высокой температурой вспышки.

Здѣсь умѣстно отмѣтить, что величина e, дающая размѣръ этихъ расходовъ на 1000 паровозоверстъ, зависитъ главнымъ образомъ отъ стоимости воды въ водоразборныхъ колоннахъ. Тамъ, гдѣ водокачки помѣщаются около самыхъ станцій, гдѣ химическая очистка воды отсутствуетъ, эта величина колеблется обычно между 10—12 руб. На дорогахъ же Азіатской Россіи съ ихъ продольными водопроводами, съ галлереями въ вѣчной мерзлотѣ и т. п. устройствами эта цифра подымается до 30 руб.

Въ итогѣ, такимъ образомъ, расходы по тягѣ поѣздовъ

$$Э''_m = \left(h''_к + c'Gy_к + f_к\right)\frac{\Sigma n's}{V_к} + \\ + (b_к + д_к + e_к)\Sigma n's, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15$$

гдѣ въ $\Sigma n's$ резервъ не включенъ.

Переходимъ теперь къ расходамъ по 3 главѣ V отдѣла, т. е. къ расходамъ по содержанію вагоновъ.

Расходы эти можно разбить на 3 группы:

1) Содержаніе личнаго состава по осмотру и передачѣ вагоновъ и содержаніе конвенціонныхъ складовъ, что составляетъ въ среднемъ 55 руб. на версту русской сѣти или 0,5 % всей смѣты.

2) Отопленіе, освѣщеніе и чистка вагоновъ (очеред. №№ 273, 274, 277, 278). Эти расходы относятся почти исключительно къ пассажирскимъ вагонамъ и могутъ считаться пропорціональными вагоноосечасамъ

$$Э_2''' = f_m \left(\frac{\Sigma Ns}{V_m} \right)_{\text{пасс.}},$$

гдѣ f_m въ среднемъ для всѣхъ русскихъ дорогъ можно считать равнымъ 3,6 коп. на пассажирскій вагоноосечасъ или 36000 руб. на 10^6 пассажирскихъ вагоноосечасовъ, что составляетъ 1,1 % всей смѣты.

3) Смазка вагоновъ (очер. №№ 275—276). Эти расходы пропорціональны пробѣгу, т. е.

$$Э_3''' = e_m \Sigma Ns,$$

гдѣ e_m есть ставка въ рубляхъ на 10^6 вагоноосеверстъ. Значенія ея для разныхъ дорогъ приведены въ таблицѣ XXI.

Таблица XXI. Смазка вагоновъ.

Д О Р О Г А	e_m	% всей смѣты
Александровская	148	0,54
Екатерининская	262	0,01
Закавказскія	102	0,26
Либаво-Роменская	151	0,66
М. Курская и Нижегородская	215	0,77
Николаевская	161	0,53
Пермская	178	0,69
Полѣсскія	178	0,67
Привислинскія	156	0,54
Риго-Орловская	126	0,52
Сызрано-Вяземская	183	0,57
Самаро-Златоустовская	162	0,63
Сѣверныя	175	0,63
Сѣверо-Западныя	163	0,46
Юго-Западныя	124	0,45
Южныя	145	0,82
Среднее для казен. жж. дд. Евр. Россіи	155	0,60
Забайкальская	390	0,67
Сибирская	211	0,80
Средне-Азіатская	173	0,55
Ташкентская	160	0,65
Среднее для каз. жж. дд. Азіат. Россіи	234	0,67
Владикавказская	143	0,56
М. Виндаво-Рыбинская Спб. с.	141	0,62
„ „ М. с.	152	0,71
Московско-Казанская	233	0,87
М. Кіево-Воронежская	172	0,63
Рязанско-Уральская	159	0,54
Юго-Восточныя	184	0,73
Среднее для частныхъ жж. дд.	169	0,67
Среднее для всей сѣти	170	0,65

Такимъ образомъ общая сумма расходовъ по содержанію вагоновъ

$$Э'''_m = Zs + f_m\left(\frac{\Sigma Ns}{V_m}\right)_{\text{пасс.}} + e_m \Sigma Ns. \quad . \quad . \quad . \quad 16$$

Что касается расходовъ 4 главы V отдѣла, т. е. содержанія мастерскихъ, то, они, очевидно пропорціональны расходамъ по 5 и 6 главѣ, т. е. стоимости ремонта, такъ какъ по своему существу они являются ничѣмъ инымъ, какъ накладнымъ расходомъ на ремонтъ подвижного состава. Поэтому мы не будемъ учитывать ихъ отдѣльно, а, найдя значеніе коэффиціента δ, представляющаго изъ себя отношеніе расходовъ по 4 главѣ къ расходамъ по 5 и 6, мы эти послѣдніе расходы будемъ помножать на коэффиціентъ $(1 + \delta)$. На тѣхъ дорогахъ, гдѣ паровозныя и вагонныя мастерскія строго раздѣлены, можно подсчитать отдѣльно значенія δ_n для паровозовъ и δ_m для вагоновъ. Такое дѣленіе, конечно, значительно увеличиваетъ точность разсчетовъ, но, къ сожалѣнію, для большинства дорогъ его сдѣлать нельзя, тѣмъ болѣе, что 4 глава V отдѣла обнимаетъ расходы по содержанію не только главныхъ, но и участковыхъ мастерскихъ, гдѣ нерѣдко производятся значительныя вагонныя работы.

Таблица XXII. Содержаніе мастерскихъ.

Д О Р О Г А	δ
Александровская	0,20
Екатерининская	0,17
Закавказскія	0,21
Либаво-Роменская	0,24
М. Курская и Нижегородская	0.18
Николаевская	0,33
Пермская	0,18
Полѣсскія	0,22
Привислинскія	0,16
Риго-Орловская	0.29
Сызрано-Вяземская	0.25
Самаро-Златоустовская	0,24
Сѣверныя	0,22
Сѣверо-Западныя	0.25
Юго-Западныя	0,20
Южныя	0,18
Среднее для казен. жж. дд. Евр. Россіи	0,22
Забайкальская	0,23
Сибирская	0.14
Средне-Азіатская	0.24
Ташкентская	0.18
Среднее для каз. жж. дд. Азіатск. Россіи	0,19
Владикавказская	0,17
М. Виндаво-Рыбинская С.-Петербург. сѣть	0,20
" " Московская "	0.25
Московско-Казанская	0,17
М. Кіево-Воронежская	0,15
Рязанско-Уральская	0.18
Юго-Восточныя	0.13
Среднее для частныхъ дорогъ	0,17
Среднее для всей сѣти	0.20

Значенія коэффиціента δ для разныхъ дорогъ приведены въ таблицѣ XXII, изъ которой мы видимъ, что въ среднемъ онъ онъ равенъ 20%, а наибольшее его значеніе 33% падаетъ на Николаевскую желѣзную дорогу, которой приходится содержать Александровскій заводъ, съ оборудованіемъ болѣе чѣмъ въ два раза превышающимъ его производительность.

Переходя теперь къ расходамъ по ремонту паровозовъ, необходимо прежде всего отмѣтить, что ихъ слѣдуетъ раздѣлить на двѣ части: расходы по котельному ремонту и расходы по всему прочему ремонту, который для простоты мы будемъ называть токарнымъ. Дѣло въ томъ, что въ то время, какъ стоимость токарнаго ремонта пропорціональна пробѣгу, стоимость котельнаго пропорціональна паровозочасамъ. Въ самомъ дѣлѣ, котелъ паровоза деформируется давленіемъ пара совершенно одинаково, какъ на стоянкѣ, такъ и въ пути; точно также и химическіе процессы разъѣданія котла соленой водой не зависятъ отъ того, стоитъ ли котелъ на мѣстѣ, или движется. На это обыкновенно возражаютъ, что на стоянкахъ, особенно длинныхъ, машинисты понижаютъ давленіе, вслѣдствіе чего порча котла отъ механическихъ причинъ будетъ меньше. Между тѣмъ, какъ разъ наоборотъ, ничто такъ не разстраиваетъ котла и особенно трубъ, какъ измѣненіе давленія, а слѣдовательно, и температуры пара. Въ виду сказаннаго можно считать, что расходы по ремонту паровозовъ

$$Э_m^v = (1 + \delta_к)\left(r'_к \frac{\Sigma n's}{V_к} + r'\Sigma n's\right),$$

гдѣ r'_k есть стоимость котельнаго ремонта на 1000 паровозочасовъ, а r' — токарнаго на 1000 паровозоверстъ. Если же назвать

$$(1 + \delta_к)\, r'_к = r_к$$

$$(1 + \delta_к)\, r' = r,$$

то

$$Э'^v_m = r_к \frac{\Sigma n's}{V_к} + r\Sigma n's. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17$$

Для того, чтобы имѣть возможность опредѣлить значенія r_k и r, необходимо, во первыхъ относить расходы по котельному и токарному ремонту на отдѣльные заказы, а во вторыхъ, учитывать не только паровозоверсты, но и паровозочасы. Къ сожалѣнію на большинствѣ русскихъ дорогъ ни того, ни другого не дѣлается, потому для нихъ r и r_k остаются неизвѣстными.

Тѣмъ большую цѣнность представляютъ данныя объ этихъ величинахъ Ек. и Ташк. ж. д., собранныя въ таб. XXIII—XXV.

Эти таблицы весьма наглядно показываютъ намъ, насколько вліяетъ качество воды на величину r_k. Надо, однако, имѣть въ виду, что жесткость не всегда является измѣрителемъ воздѣйствія воды на котелъ. Лучше всего это видно на примѣрѣ Актюбинскаго участка тяги Ташкентской ж. д., расположеннаго почти на всемъ протяженіи по долинѣ р. Илека (см. таб. XXIV). Вода тамъ имѣетъ жесткость всего 30—40 французскихъ градусовъ, а тѣмъ не менѣе течь не только трубъ, но и швовъ явленіе тамъ хроническое, да и стоимость котельнаго ремонта приближается къ тѣмъ участкамъ Ек. ж. д., гдѣ жесткость равна 70—80°. Это объясняется тѣмъ, что вода въ р. Илекѣ содержитъ значительное количество хлористаго магнія, который при температурѣ воды въ котлѣ выдѣляетъ свободную соляную кислоту. Иными словами на этомъ участкѣ всѣ паровозы обращены въ катучіе гальваническіе элементы.

Не менѣе отражается на котельномъ ремонтѣ форсировка котла: чѣмъ больше пара мы снимаемъ съ 1 кв. метра поверхности нагрѣва, тѣмъ большее количество холодной

Таблица XXIII. Ек. ж. д. 1908 г. паровозы 0—4—0.

Участокъ	Основные депо	Средняя жесткость воды въ франц. градусахъ	$r_к$	r	Примѣчанія
I	Долгинцево . .	44	610	72	Среднія условія.
II	Екатеринославъ	22	360	75	Много подъемовъ. Балластъ хорошій.
III	Гришино . . .	79	810	52	Нѣтъ подъемовъ. Очень плохая вода. Балластъ хорошій.
IV	Пологи	98	1350	117	Систематическая двойная тяга. Очень плохая вода. Старые паровозы. Очень трудные подъемы. Скверный балластъ.
V	Авдѣевка . . .	54	660	61	Вода плохая.
VI	Таганрогъ . .	43	560	57	
VII	Маріуполь . .	65	840	67	
VIII	Дебальцево . .	32	310	63	Служба легкая. Плохой балластъ.
IX	Луганскъ . . .	40	370	75	Запущенные паровозы.
X	Попасная . . .	38	330	63	Среднія условія. Вода хорошая.
XI	Никополь . .	19	370	67	

Таблица XXIV.

Стоимость котельнаго ремонта на 10^3 паровозочасовъ въ руб. на Ташкентской ж. д. въ 1908 — 1909 г.

Участокъ	Свойства воды	Пассажирскіе паровозы $^3/_4$ типа Ник. ж. д.			Товарные паровозы нормальнаго типа		
		Въ депо	Въ главныхъ мастерскихъ	$r_к$	Въ депо	Въ главныхъ мастерскихъ	$r_к$
I	Удовлетворительная .	530	300	970	180	70	300
II	„ .	410	250	780	100	90	230
III	Хлористый магній . .	1020	400	1680	320	300	740
IV	Углекислыя соли, пѣнится	410	300	840	250	100	420
V	Грязная, но не особенно-соленая	—	—	—	490	90	690
VI	„ „	800	300	1300	220	80	360
VII	„ „	730	250	1170	260	50	370
VIII	Соленая (57°), есть кремнеземъ	—	—	—	850	200	250

Таблица XXV.

Стоимость токарн. ремонта на 10^3 паровозоверстъ на Ташк. ж. д. въ 1908—1909 г.

Участокъ	Характеристика участка	Пассажирскіе паровозы $^3/_4$ типа Ник. ж. д.			Товарные паровозы нормальнаго типа		
		Въ депо	Въ главныхъ мастерскихъ	$r_к$	Въ депо	Въ главныхъ мастерскихъ	r
I	Среднія условія . . .	31	40	84	26	34	71
II	„ „ . . .	50	33	98	29	32	72
III	Запущенные паровозы	31	51	97	36	64	118
IV	Длинные подъемы. Балластъ съ солью . .	31	46	91	40	37	91
V	Балластъ съ солью .	—	—	—	36	38	88
VI	Среднія условія . . .	31	37	81	23	30	63
VII	„ „ . . .	33	37	82	32	30	73

воды мы вкачиваемъ втеченіи часа въ котелъ и тѣмъ, слѣдовательно, подвергаемъ его части болѣе рѣзкимъ колебаніямъ температуры. Этимъ и объясняются случаи течи трубъ при хорошей водѣ, имѣющіе напримѣръ мѣсто на пассажирскихъ паровозахъ серіи Н Николаевской дороги, которые въ погонѣ за большими скоростями перенапряжены тамъ сверхъ мѣры.

Что касается стоимости токарнаго ремонта, то онъ зависитъ главнымъ образомъ отъ скорости движенія, качества балласта и количества кривыхъ, очерченныхъ малыми радіусами.

Вліяніе скорости понятно само собой: съ ея увеличеніемъ количество тепла, освобождающееся въ единицу времени, на всѣхъ трущихся частяхъ возрастаетъ, а вмѣстѣ съ нимъ возрастаетъ и вѣроятность перегоранія смазки, заѣданій и другихъ порчъ. Мелкій балластъ, непокрытый щебенкой окутываетъ паровозъ облакомъ пыли, которая неизбѣжно проникаетъ на трущіяся поверхности и вызываетъ увеличеніе коэффиціента тренія, а слѣдовательно и вѣроятность „горѣній“. Особенно чувствительна приэтомъ примѣсь къ песку соли, какъ это имѣетъ мѣсто на IV и V уч. тяги Ташк. ж. д., пролегающихъ

по солончаковой пустынѣ. По условіямъ работы V и VI участки почти не отличаются, и потому разницу въ ихъ значеніяхъ r, составляющую цѣлыхъ 20% (см. таб. XXV), приходится объяснять вліяніемъ этой соли. Что же касается вліянія крутыхъ кривыхъ, то оно объясняется разстройствомъ въ дышловыхъ и особенно буксовыхъ подшипникахъ, вызываемымъ боковымъ давленіемъ въ кривыхъ пути на колеса. Совмѣстное вліяніе кривыхъ и балласта сказывается особенно ярко на Ник. ж. д.: На главной линіи, гдѣ балластъ покрытъ щебенкой, и гдѣ нѣтъ вовсе кривыхъ радіуса меньше 500 саж., паровозы ставятся въ подъемку черезъ 40—50 тысячъ верстъ, на Полоцкой же линіи, гдѣ балластъ не покрытъ, и гдѣ кривыхъ радіуса 300 саж. довольно много, паровозы даже при нѣсколько пониженныхъ требованіяхъ приходится подымать черезъ 22—25 тысячъ верстъ.

Независимо отъ перечисленныхъ выше факторовъ стоимость обоихъ видовъ ремонта въ значительной степени зависитъ отъ организаціи дѣла ремонта, оборудованія мастерскихъ и хозяйственности въ дѣлѣ заготовокъ нужныхъ для ремонта матеріаловъ. Въ меньшей степени она зависитъ отъ цѣнъ на рабочія руки: ихъ дороговизну до извѣстной

степени можно компенсировать болѣе интенсивной замѣной ручного труда машиннымъ.

Въ заключеніе, въ виду значительности расходовъ по ремонту паровозовъ, составляющихъ въ въ среднемъ $6^1/_2\%$ всей эксплуатаціонной смѣты, я считаю полезнымъ привести данныя о нихъ для всѣхъ дорогъ, хотя бы и безъ принятаго нами дѣленія на токарный и котельный ремонтъ и начисленія $\%\%$ на содержаніе мастерскихъ. Это и исполнено въ таб. XXVI.

Ремонтъ вагоновъ, какъ пассажирскихъ, такъ и товарныхъ, можно разбить на ремонтъ кузововъ и ремонтъ ходовыхъ частей. Такъ какъ первые гніютъ совершенно одинаково какъ при движеніи, такъ и при стоянкѣ, то расходы по ихъ ремонту приходится принять пропорціональными прямо числу вагоновъ, не изъятыхъ для ремонта, т. е. числу

$$m_0 = \frac{10^6 \Sigma Ns}{if_m V_m}.$$

Стоимость же ремонта ходовыхъ частей есть, очевидно, функція пробѣга. Слѣдовательно, стоимость всего ремонта вагоновъ

$$\Im_m^{IV} = \left(r'_n \Sigma Ns + r'_m \frac{\Sigma Ns}{ij_m V_m}\right)\left(1 + \delta_m\right), \quad . \quad . \quad 18$$

гдѣ первый членъ обнимаетъ собой всѣ рас-

Таблица XXVI.

Расходы по ремонту паровозовъ и тендеровъ. 1911.

ДОРОГА	Въ рубляхъ			Въ $\%\%$	
	На 1.06 паровозо-версть	На 10^6 пу-доверсть брутто	На 10^6 пу-доверсть нетто	Всей смѣты	Смѣты V отд.
Александровская . .	75,9	4,22	9.5	6,5	15,9
Екатерининская . . .	98,6	4,40	8,1	8.7	22,5
Закавказскія	74,3	5,15	10.7	5,5	16,5
Либаво-Роменская . .	56.5	2,20	4,5	4,6	12,5
М. Курская и Нижегор.	78,8	4.44	9,9	6,4	17.1
Николаевская	58.8	3.67	6,3	4,5	11,1
Пермская	72.6	4.30	8,7	8.1	21.4
Полѣсскія	57.7	2.66	4.9	5,3	14,6
Привислинскія . . .	52,7	2.95	5.9	5,0	13,3
Риго-Орловская . . .	54,3	2,72	5.8	5,1	12.9
Сызрано-Вяземская .	60.7	4,18	9.3	6,0	14,6
Самаро-Златоустовская	69,2	3,12	6.8	5,6	12.3
Сѣверныя	66,3	3.13	7,7	5,6	13,6
Сѣверо-Западныя . .	54,5	3,14	8,2	4.9	11.9
Юго-Западныя . . .	72,2	3,35	7,0	7,0	16,0
Южныя	78,4	3,71	7,5	7,4	19.2
Среднее для каз. жел. дор. Европ. Россіи .	69,7	3,92	7,5	5,8	15,6

Продолженіе табл. XXVI.

Забайкальская . . .	116,8	6,31	16.5	5,5	15.8
Сибирская	91,9	3,92	8.8	7,9	20,7
Средне-Азіатская . .	124,8	7,15	15,0	9,5	23,3
Ташкентская	76,2	3,72	8,8	6.7	13.9
Среднее для каз. жел. дор. Азіатск. Россіи	102,0	5,26	12,3	7.6	18,4
Владикавказская . .	95,1	4,18	9,4	8,4	21,0
М. В.-Рыбинская Спб. с.	59,6	2.40	5,4	5,0	13,7
» М. с.	58,6	2,14	4,7	4,7	12,9
Московско-Казанская .	108,6	4.56	10,2	7,8	18,1
М. Кіево-Воронежская	79,2	3,80	7,9	6,4	16,9
Рязанско-Уральская .	68,9	3,52	7,9	5,2	15,0
Юго-Восточныя . . .	74,9	3,92	8,0	6,8	17,4
Среднее для частныхъ желѣзн. дорогъ . .	77.9	3.50	7,5	6,7	16,4
Среднее для всей сѣти	76.5	4,01	8,55	6,5	16,2

ходы по ремонту ходовыхъ частей вагоновъ, а второй ихъ кузововъ.

Точное опредѣленіе r_m представляетъ большія трудности: въ смѣтѣ Глушинскаго ремонту вагоновъ отведено три очер. №№: 300—ремонтъ пассажирскихъ вагоновъ, 301—

ремонтъ товарныхъ и 302—обточка колесныхъ паръ, причемъ и въ 300 и 301 №№ входятъ какъ ремонтъ кузововъ, такъ и ремонтъ ходовыхъ частей. Для выдѣленія этихъ двухъ расходовъ, ихъ надо относить на разные заказы, чего ни на одной дорогѣ не дѣлается. Приблизительно, однако, можно принять, что изъ очер. №№ 300 и 301 лишь 25% расходуется на ходовыя части, а 75% на кузова.

Нѣкоторымъ оправданіемъ въ такомъ приближенномъ опредѣленіи r'_m является то, что расходы по очер. №№ 300—301 на русской сѣти составляютъ лишь 3,7% всей смѣты поэтому ошибка въ опредѣленіи r_m даже въ 10% не можетъ вызвать въ общемъ итогѣ ошибки, большей 0,37%, что ужъ не слишкомъ велико.

Формулу 18′ удобнѣе, однако, представить подъ видомъ

$$\Im_m^{IV} = r_n \Sigma Ns + r_m \frac{\Sigma Ns}{V_m}, \quad . \quad . \quad . \quad 18$$

гдѣ

$$r_m = (1+\delta)\frac{r'_m}{iJ_m}$$

$$r_n = (1+\delta)\, r'_n .$$

Значенія r_m и r_n, опредѣленныя такимъ образомъ для разныхъ дорогъ, приведены въ таб. XXVII.

Таблица XXVII.

Расходы по ремонту вагоновъ. 1911.

Дорога	Безъ содерж. мастерскихъ въ % всей смѣты	Пассажирск. вагоны			Товарные вагоны		
		На 10^6 вагоносверстъ безъ колесн. работъ и сод. маст.	r_m	r_n	На 10^6 вагоносверстъ безъ колесн. работъ и сод. маст.	r_m	r_n
Александровская . . .	6,5	2458	149	707	1353	28	620
Екатерининская . . .	6,3	2817	154	962	1351	19	525
Закавказскія	5.5	2971	168	1142	1734	24	780
Либаво-Роменская . .	5.9	2196	147	782	1079	20	438
М. Курская и Ниж. . .	7,4	2758	145	966	1543	19	607
Николаевская	6,5	3639	250	1322	1079	17	468
Пермская	4,9	1900	152	686	930	19	394
Полѣсскія	5,3	2641	204	883	961	22	379
Привислинскія	5,3	2470	151	724	1172	22	436
Риго-Орловская . . .	6,8	2595	152	1070	1227	22	578
Сызрано-Вяземская .	4,9	2282	143	840	1209	17	631
Самаро-Златоустовская	5,9	2756	181	958	1047	18	437
Сѣверныя	5,9	2502	173	880	1185	27	481
Сѣверо-Западныя . .	7,1	3233	232	1175	1018	19	478
Юго-Западныя	5,5	2725	177	908	1119	20	430
Южныя	6,8	2466	138	848	1355	23	527

Продолженіе табл. XXVII.

Среднее для казен. дорогъ Европ. Россіи .	6,1	2640	174	955	1210	21	518
Забайкальская	5,2	4160	295	1419	2243	19	852
Сибирская	6,1	2651	222	830	1138	21	408
Средне-Азіатская . .	4,6	2658	196	946	1056	28	444
Ташкентская	4,5	2505	264	850	747	34	347
Среднее для казен. дорогъ Азіатск. Россіи	5,3	2990	250	997	1295	23	494
Владикавказская . . .	6,1	3056	278	1076	1001	25	472
М. В. Рыбинская СПБ. с.	5,8	2429	187	860	842	17	383
. М. с.	4,9	2693	168	908	740	21	296
Московско-Казанская	7,7	4279	315	1462	1239	24	570
М. Кіево-Воронежская	4,8	2432	198	866	883	25	410
Рязанско-Уральская .	5,7	3273	183	1120	1224	26	526
Юго-Восточныя . . .	6,5	3154	173	1033	1176	23	471
Среднее для частныхъ дорогъ	6,1	3030	215	1034	1015	24	444
Среднее для всей сѣти	6,0	2800	191	981	1170	22	497

Такимъ образомъ, для расходовъ по службѣ тяги нами были выведены слѣдующія фор-

мулы:

$$Э'_m = Z_m s,$$

$$Э''_m = \left(h''_к + c' G y_к + f_к \right) \frac{\Sigma n' s}{V_к} +$$

$$+ (b_к + d_к + e_к) \Sigma n' s,$$

$$Э'''_m = Z_m s + f_m \left(\frac{\Sigma N s}{V_m} \right)_{\text{пасс.}}$$

$$Э^{V}_m = r_к \frac{\Sigma n' s}{V_к} + r \Sigma n' s,$$

$$Э^{VI}_m = r_n \Sigma N s + r_m \frac{\Sigma N s}{V_m}.$$

Поэтому для суммы всѣхъ расходовъ по службѣ тяги

$$Э_m = Э'_m + Э''_m + Э'''_m + Э^{V}_m + Э^{VI}_m$$

мы получимъ слѣдующую формулу:

$$Э_m = Z_m s + h'''_к \frac{\Sigma n' s}{V_к} + y_к \Sigma n' s +$$

$$+ X' \Sigma N s + r_m \frac{\Sigma N s}{V_m} + f_m \left(\frac{\Sigma N s}{V_m} \right)_{\text{пасс}} \quad ..19$$

гдѣ

$$Z_m = Z' + Z'''_m,$$

$$h'''_к = h''_к + c' y_к G + f_к + r_к,$$

$$y_к = b + d_k + e_k + r,$$

$$X' = r_n + e_m.$$

Такимъ образомъ мы видимъ, что расходы по службѣ тяги распадаются на пять частей, изъ которыхъ первая, обнимающая 4% этихъ расходовъ, не зависитъ отъ организаціи перевозокъ, вторая, составляющая 53% смѣты V отдѣла, пропорціональна паровозочасамъ, третья (22%)—паровозоверстамъ, четвертая (12%)—вагоночасамъ, и пятая (9%) вагоноверстамъ. Если же расходы по отопленію паровозовъ отнести къ пудоверстамъ брутто, то на этотъ измѣритель падетъ въ среднемъ 36% тяговыхъ расходовъ, а расходы, пропорціональные паровозочасамъ, уменьшатся до 17%.

Такъ или иначе $^2/_3$ расходовъ по службѣ тяги оказываются пропорціональными такимъ измѣрителямъ, которые не признаны ни схемой Глушинскаго, ни современнымъ ея перевоплощеніемъ.

Общая величина издержекъ перевозки.

Какъ было выяснено на стр. 20, издержки перевозки слагаются изъ двухъ главныхъ частей: аммортизаціи строительной стоимости γC и эксплуатаціонныхъ расходовъ $Э$. Въ свою очередь, согласно принятой у насъ формѣ смѣтъ и отчетовъ, эти послѣдніе рас-

Таблица XXVIII.

Русская сѣть общаго пользованія. 1908.

Отдѣлъ.	Наименованіе расходовъ.	Размѣры ихъ въ руб. на 1 вер.		Размѣры ихъ въ %% всей см.	
		на казен. ж. д.	на частн. ж. д.	на казен. ж. д.	на частн. ж. д.
I	Содержаніе правленій общ., Управленія Ж. Д., коммерческихъ отдѣловъ и службъ (контроля) сборовъ, мѣстныхъ установленій Государственнаго Контроля. Пожарные и судебные расходы и убытки. Общіе и случайные расходы . . .	880	966	7,3	10.1
II	Содержаніе нач. дороги, его канцеляріи, счетоводства, статистики, врачебной и матеріальной части . .	500	370	4.2	3,9
III	Надзоръ за путемъ и сооруженіями и ремонтъ ихъ	2345	1802	19,6	18,8
IV	Движеніе, телеграфъ, телефоны	2209	1834	18,6	19,1
V	Тяга поѣздовъ, содержаніе и ремонтъ подвижнаго состава . .	4871	3864	40.9	40,4
VI	Особые обязательные расходы (содержаніе правительственныхъ директоровъ и инспекторовъ, жандармской полиціи, инвалидныхъ домовъ, училищъ и церквей, налоги и пр. обяз. расх.)	50	271	0,4	2,9
VII1	Непредвидѣнные и случайные расходы . .	158	49	1,3	0.5
VII2	Расх. на дополн. работы	192	0,0	1.6	0,0
VIII	Расходы по финанс. и дополн. оборотамъ и предпріятіямъ . . .	22	95	0,2	1,1
IX	Расходы отъ таксировки служ. перевозокъ	701	311	5,9	3,2
	ИТОГО	11.928	9.572	100,0	100,0

падаются на 9 отдѣловъ, перечисленныхъ въ таб. XXVIII. Изъ нихъ мы разсмотрѣли только расходы по службамъ движенія и тяги, обнимающіе, правда, 60% всей смѣты.

Переходимъ теперь къ разсмотрѣнію остальныхъ и начнемъ съ III отд., т. е. расходовъ сл. пути.

Расходы эти можно разбить на двѣ группы. Къ первой, обнимающей въ среднемъ 65% расходовъ III отдѣла, т. е. 13% всей смѣты, относятся расходы по содержанію управленія службы, по содержанію и ремонту земляного полотна, искусственныхъ сооруженій, зданій, водопроводовъ и прочихъ принадлежностей станцій, а также расходы по борьбѣ со снѣгомъ. Ко второй, обнимающей 35% расходовъ III отдѣла, т. е. 7% всей смѣты, относятся расходы по содержанію и ремонту верхняго строенія. Расходы первой группы, очевидно, не зависятъ вовсе отъ организаціи перевозокъ, и потому ихъ мы можемъ считать пропорціональными длинѣ дороги. Что же касается расходовъ второй группы, то по существу они, конечно, зависятъ какъ отъ размѣровъ движенія, такъ и отъ типа паровозовъ. Къ сожалѣнію, однако, вскрыть эту зависимость безъ производства громоздкихъ и очень дорогихъ опытовъ не представляется

возможнымъ, и потому пока приходится считать, что эта часть расходовъ тоже зависитъ только отъ длины дороги. Иными словами, мы вынуждены для расходовъ службы пути принять формулу

$$Э_n = Z_n s,$$

въ которой совершенно игнорируется вліяніе на эти расходы размѣровъ движенія и организаціи перевозокъ.

Еще съ большимъ правомъ этотъ видъ зависимости мы можемъ примѣнить ко всѣмъ прочимъ расходамъ, исключая развѣ расходовъ по содержанію статистики пробѣга, входящихъ во II отдѣлъ и составляющихъ въ среднемъ 0,3% всей смѣты. Ихъ правильнѣе принять пропорціональными поѣздоверстамъ. Такимъ образомъ всѣ расходы по I, II, VI—IX отдѣламъ, которые представляютъ изъ себя какъ бы накладные расходы желѣзнодорожнаго предпріятія, мы предполагаемъ равными

$$Э_0 = Z_0 s + Y_0 \Sigma n s,$$

гдѣ послѣдній членъ обнимаетъ лишь расходы по содержанію статистики.

Значенія величинъ Z_n, Z_0 и Y_0 для разныхъ дорогъ приведены въ таблицѣ XXIX, гдѣ даны также значенія средней гу-

Таблица XXIX. 1911.

Дорога	r	Z_n	Z_0	y_0
Александровская	23,0	2562	2466	4
Екатерининская	20,5	2310	2674	5
Закавказскія	15,7	2603	2960	5
Либаво-Роменская	17,9	1640	1988	5
Московско-Курская и Нижегородская	33,1	3247	3264	3
Николаевская	26,4	3350	3154	5
Пермская	12,3	1451	1045	4
Полѣсскія	12,4	1665	1084	5
Привислинскія	19,5	2084	2296	4
Риго-Орловская	19,2	2000	1914	4
Сызрано-Вяземская . . .	18,5	2047	2177	4
Самаро-Златоустовская .	25,3	2587	2673	5
Сѣверныя	13,8	1601	1379	5
Сѣверо-Западныя	20,9	2118	1673	3
Юго-Западныя	20,5	2440	2188	4
Южныя	21,2	2300	2129	5
Среднее для казен. дорогъ Европейской Россіи .	19,9	2221	2070	4

Дорога	r	Z_n	Z_0	y_0
Забайкальская	11,4	2473	3040	9
Сибирская	20,7	1992	2923	3
Средне-Азіатская	11,7	1421	1792	6
Ташкентская	16,8	1408	1792	3
Среднее для казен. дорогъ Азіатской Россіи . . .	15,2	1724	2380	5
Владикавказская	23,2	2554	2636	3
М. В. Рыбинская СПБ. сѣть	11,9	1346	1680	5
„ М. сѣть	10,8	1212	1660	6
Московско-Казанская . .	14,8	1824	1880	5
М. Кіево-Воронежская . .	15,4	1736	1890	4
Рязанско-Уральская . . .	12,3	1532	2000	4
Юго-Восточныя	16,1	1782	1920	4
Среднее для частн. дорогъ	14,9	1712	1985	5
Среднее для всей сѣти .	18,2	2030	2100	5

стоты движенія r, т. е. средняго числа поѣздовъ въ сутки, обращавшихся на дорогѣ. Изъ этой таблицы видно, что и Z_n и Z_0 замѣтно возрастаютъ съ увеличеніемъ густоты дви-

женія, иными словами, что, собственно говоря, всѣ эксплуатаціонные расходы въ той или иной степени зависятъ отъ размѣровъ движенія. Въ данное время мы только не умѣемъ еще учесть эту зависимость въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ она болѣе сложна, чѣмъ простая пропорціональность. Это, однако, не должно смущать насъ, ибо предлагаемыя формулы являются только первымъ приближеніемъ къ истинѣ. Подобныя допущенія неизбѣжны при теоретизаціи массовыхъ явленій, и имъ не чужды самыя употребительныя формулы гидравлики и строительной механики.

Этимъ мы закончимъ разсмотрѣніе эксплуатаціонныхъ расходовъ и вернемся къ расходамъ по погашенію строительной стоимости дороги. На стр. 30 мы нашли, что

$$A = \gamma C = \gamma_s c_s S + \gamma_k c_k k + \gamma_m c_m m, \ldots\ldots 2$$

а на стр. 45 и 60, что потребное число дѣйствующихъ паровозовъ и вагоновъ выражается формулами

$$k_\partial = \frac{(1+\beta)\,10^3 \Sigma n s}{j_k V_k}, \ldots\ldots\ldots 5$$

и

$$m_\partial = \frac{10^6\,\Sigma N s}{i\,j_m V_m} \ldots\ldots\ldots 7$$

гдѣ Σ суть мѣсячные пробѣги. Очевидно, если мы хотимъ обойтись безъ найма подвижного состава въ аренду, то инвентарное число паровозовъ и вагоновъ должно быть опредѣлено по этимъ формуламъ для *мѣсяца наибольшаго движенія* съ надбавкой нѣкотораго числа на ремонтъ. Иными словами, если черезъ $\overset{m}{\Sigma}$ обозначать пробѣги этого мѣсяца, а черезъ $(V_k)_m$ и $(V_m)_m$ соотвѣтственныя коммерческія скорости, то

$$k = \frac{(1+\beta)\,10^3 \overset{m}{\Sigma} n s}{j_k (V_k)_m} + k_r,$$

и

$$m = \frac{10^6 \overset{m}{\Sigma} N s}{i\,j_m (V_m)_m} + m_r,$$

гдѣ k_r и m_r число паровозовъ и вагоновъ, находящихся въ это время въ ремонтѣ. Обычно числа эти выражаютъ въ доляхъ инвентарнаго количества подвижного состава, т. е. полагаютъ, что

$$k_r = \varkappa_m\, k\,,$$
$$m_r = \mu_m\, m.$$

При этихъ обозначеніяхъ формулы для числа

инвентарныхъ паровозовъ и вагоновъ получаютъ видъ

$$k = \frac{(1+\beta)\,10^3 \overset{m}{\Sigma} ns}{(1-\varkappa_m)\; j_k\,(V_k)_m}, \quad \ldots\ldots\ldots 20$$

и

$$m = \frac{10^6 \overset{m}{\Sigma} Ns}{(1-\mu_m)\, ij_m (V_m)_m} \ldots\ldots\ldots 21$$

При употребленіи этихъ послѣднихъ формулъ надо помнить, что подъ символами $100\,\varkappa_m$ и $100\,\mu_m$ мы подразумѣваемъ не средній годовой % больныхъ паровозовъ и вагоновъ, а тотъ, который имѣетъ мѣсто во время наиболѣе интенсивной работы. Дѣло въ томъ, что хорошій хозяинъ всегда старается такъ организовать дѣло ремонта, чтобы при усиленномъ движеніи $\varkappa$ и μ было минимальное; это не трудно наладить, беря на это время людей изъ мастерскихъ на паровозы, и усиливая ихъ дѣятельность во время паденія движенія вплоть до работы въ двѣ смѣны, Точно также и скорости, входящія въ эти формулы, не равны среднимъ годовымъ, ибо во время усиленнаго движенія задержки по станціямъ, по самой природѣ графика, всегда возрастаютъ. Между тѣмъ, формула 2 обнимаетъ собой издержки по аммортизаціи за

годъ, и потому въ ней для однородности было бы желательно имѣть годовые пробѣги и скорости.

Несомнѣнно, что число паровозочасовъ за мѣсяцъ наибольшей работы

$$\frac{\overset{m}{\Sigma} ns}{(V_к)_m}$$

составляетъ нѣкоторую часть отъ годового

$$\frac{\Sigma ns}{V_к}.$$

Если бы движеніе было совершенно равномѣрно, то

$$\frac{\Sigma ns}{V_к} = 12\,\frac{\overset{m}{\Sigma} ns}{(V_к)_m};$$

въ дѣйствительности же

$$\frac{\Sigma ns}{V_к} = 12\,\nu\,\frac{\overset{m}{\Sigma} ns}{(V_к)_m},$$

гдѣ ν есть правильная дробь, которую можно назвать *коэффиціентомъ равномѣрности движенія*. Помощью этого коэффиціента мы можемъ въ формулѣ 20 мѣсячные паровозочасы замѣнить годовыми, т. е. превратить ее въ

$$k = \frac{(1+\beta)\,10^3}{(1-\varkappa_m)\,12\nu j_к}\;\frac{\Sigma ns}{V_к} \ldots\ldots 20\text{ bis}$$

Что же касается вагоновъ, то, называя черезъ

$$\nu_m \simeq \nu = \frac{\frac{\Sigma Ns}{V_m}}{\frac{\Sigma Ns}{12\,(V_m)_m}},$$

мы получимъ подобную же формулу

$$m = \frac{10^6}{(1-\mu_m)\,12\nu j_m i}\,\frac{\Sigma Ns}{V_m} \quad \ldots . 21\ \text{bis}$$

Вставляя эти выраженія k и m въ формулу 2, мы получимъ окончательно

$$\gamma C = Z_c s + h'_\kappa \frac{\Sigma n's}{V_\kappa} + h'_m \frac{\Sigma Ns}{V_m}, \quad \ldots . 22$$

гдѣ

$$Z_c = \gamma_s c_s$$

суть годовыя издержки по аммортизаціи одной версты дороги безъ подвижного состава,

$$h'_\kappa = \frac{10^3\,\gamma_\kappa\,c_\kappa}{(1-\varkappa_m)\,12\nu j_\kappa}$$

издержки по аммортизаціи одного паровоза, отнесенныя къ тысячѣ часовъ его службы, т. е. аммортизаціонная стоимость 10^3 паровозочасовъ, а

$$h'_m = \frac{10^6\,\gamma_m\,c_m}{(1-\mu_m)\,12\nu i j_m}$$

-10^6 вагоноосечасовъ. Изъ сказаннаго, кромѣ того, слѣдуетъ, что

$$(1-\varkappa_m)\,12\nu j_\kappa = J_\kappa,$$

$$(1-\mu_m)\,12\nu j_m = J_m,$$

гдѣ J_κ среднее число часовъ работы въ годъ инвентарнаго паровоза, а J_m—вагона.

Что же касается эксплуатаціонныхъ расходовъ, то выше мы имѣли

$$Э_n = Z_n s,$$

$$Э_\partial = Z_\partial s + h_\partial \frac{\Sigma ns}{V_\partial} + Y_\partial\,\Sigma ns,$$

$$Э_m = Z_m s + h'''_\kappa \frac{\Sigma n's}{V_\kappa} + Y_\kappa\,\Sigma n's + + r_m \frac{\Sigma Ns}{V_m} + X'\Sigma Ns + f_m \left(\frac{\Sigma Ns}{V_m}\right)_{\text{пасс.}},$$

$$Э_o = Z_o s + Y_o\,\Sigma ns.$$

Поэтому искомая нами полная величина издержекъ перевозки

$$\gamma C + Э = Zs + (Y_\partial + Y_o)\,\Sigma ns + Y_\kappa\,\Sigma n's + X'\,\Sigma Ns + h_\partial \frac{\Sigma ns}{V_\partial} + (h'_\kappa + h'''_\kappa)\frac{\Sigma n's}{V_\kappa} + h_m \frac{\Sigma Ns}{V_m}, \quad \ldots . 23$$

гдѣ

$$Z = Z_n + Z_\partial + Z_m + Z_o + Z_o,$$

и

$$h_m = r_m + h'_m + f_m = r_m + \frac{\gamma_m c_m}{(1-\mu_m)\,12vj_m} + f_m,$$

причемъ послѣдній членъ надо прибавлять только въ томъ случаѣ, когда рѣчь идетъ о пассажирскомъ движеніи.

Вглядываясь въ формулу 23, мы видимъ, что издержки перевозки распадаются на семь частей:

1) не зависящія, или вѣрнѣе, слабо зависящія отъ организаціи перевозокъ, (онѣ приняты нами пропорціональными длинѣ дороги),

2) пропорціональныя поѣздоверстамъ

$$(У_о + У_д)\,\Sigma ns = (У_о + У'_д + b_д)\,\Sigma ns,$$

3) пропорціональныя паровозоверстамъ

$$У_к \Sigma n's = (b_к + d_к + e_к + r)\,\Sigma n's,$$

4) пропорціональныя вагоноосеверстамъ

$$X'\Sigma Ns = (r_п + e_т)\,\Sigma Ns,$$

5) пропорціональныя поѣздочасамъ

$$h_д \frac{\Sigma Ns}{V_д},$$

6) пропорціональныя паровозочасамъ

$$(h'_к + h'''_к)\frac{\Sigma n's}{V_к} =$$

$$= (h'_к + h''_к + cGy_к + f_к + r_к)\,\frac{\Sigma n's}{V_к},$$

7) пропорціональныя вагоноосечасамъ

$$h_т \frac{\Sigma Ns}{V_т} = \left(\frac{10^6 \gamma_т c_т}{(1-\mu_т)\,12vij_т} + r_т + f_т\right)\frac{\Sigma Ns}{V_т}.$$

Расходы 2 и 5 группы можно соединить между собой, ибо между числомъ паровозоверстъ и поѣздоверстъ существуетъ весьма простая зависимость

$$\Sigma n's = (1+\beta)\,\Sigma ns,$$

гдѣ β есть коэффиціентъ непроизводительнаго пробѣга въ нашемъ смыслѣ (см. стр. 36). Сумма этихъ двухъ расходовъ поэтому можетъ быть выражена формулой

$$[У_д + У'_к(1+\beta)]\,\Sigma ns = У'\Sigma ns,$$

гдѣ

$$У' = У'_д + b_д + (1+\beta)(b_к + д_к + e_к + r).$$

Точно также, называя

$$(1+\beta)(h'_к + h''_к) = h_к,$$

т. е.

$$h_к = (1+\beta)(h'_к + h''_к + c'Gy_к + f_к + r_к),$$

расходы четвертой группы можно представить подъ видомъ

$$h_к \frac{\Sigma ns}{V_к}.$$

При такихъ обозначеніяхъ полная вели-

чина издержекъ перевозки выразится формулой

$$\gamma C+\Im = Zs+Y'\Sigma ns+X'\Sigma Ns$$
$$+h_д\frac{\Sigma ns}{V_д}+h_к\frac{\Sigma ns}{V_к}+h_m\frac{\Sigma ns}{V_m} \quad \ldots\ldots \text{I}'$$

Формулу эту можно подвергнуть еще дальнѣйшимъ преобразованіемъ, вынеся за скобки Σns и ΣNs. Въ этомъ случаѣ передъ Σns въ скобкахъ у насъ останется

$$Y'+\frac{h_д}{V_д}+\frac{h_к}{V_к},$$

а передъ ΣNs—

$$X'+\frac{h_m}{V_m}.$$

Величина $h_д$, какъ извѣстно, представляетъ изъ себя величину расходовъ по окладному содержанію кондукторскихъ бригадъ, отнесенныхъ къ 1000 поѣздочасовъ; величина же $h_д/V_д$ даетъ тѣ же расходы отнесенными къ 1000 поѣздоверстъ. Точно также $h_к/V_к$ представляетъ изъ себя величину расходовъ пропорціональныхъ паровозочасамъ, отнесенную къ 1000 поѣздоверстъ. Иными словами

$$Y = Y'+\frac{h_д}{V_д}+\frac{h_к}{V_к} \quad \ldots\ldots 24$$

есть полная стоимость 1000 поѣздоверстъ, въ которую включены всѣ расходы, связанные со службой поѣздовъ и паровозовъ (но не вагоновъ). Точно также

$$X = X'+\frac{h_m}{V_m} \quad \ldots\ldots 25$$

есть полная стоимость милліона вагоноосеверстъ, обнимающая всѣ расходы вагоннаго хозяйства.

Такимъ образомъ формулу I можно представить подъ видомъ

$$\gamma C+\Im = Zs+Y\Sigma ns+X\Sigma Ns \quad \ldots\ldots \text{I}$$

Это и есть искомое нами общее выраженіе издержекъ перевозки. Оно вовсе не такъ сложно, какъ этого можно было ожидать. Между тѣмъ, если при выводѣ его мы и дѣлали нѣкоторыя допущенія, то во всякомъ случаѣ менѣе рискованныя, чѣмъ при выводѣ хотя бы основной формулы изгиба

$$\sigma = \frac{Mz_o}{I},$$

которая, будучи получена въ предположеніи безконечной длины балки по отношенію къ ея поперечнымъ размѣрамъ, примѣняется при разсчетѣ и такихъ конструкцій, какъ консоли,

пальцы мотылей и т. п., гдѣ эти размѣры почти равны.

Вотъ почему я смѣло утверждаю, что этой формулой можно пользоваться не менѣе увѣренно, чѣмъ ходовыми формулами строительной механики, и разсчитывать организацію движенія напередъ, какъ сейчасъ мы разсчитываемъ стропила и мосты. Это относится, конечно, только къ виду нашей формулы издержекъ перевозки; что же касается цыфровыхъ данныхъ, въ нее входящихъ, то въ этомъ отношеніи сейчасъ у насъ имѣются лишь отрывочныя данныя, относящіяся главнымъ образомъ къ двумъ дорогамъ, учитывавшимъ паровозочасы. Для полученія же надежныхъ разсчетныхъ цыфръ, для разныхъ условій, мы должны еще много потрудиться въ смыслѣ изученія отчетовъ, и прежде всего должны кореннымъ образомъ измѣнить ихъ форму. Въ утѣшеніе замѣчу, что и цыфры, которыми мы пользуемся сейчасъ въ строительной механикѣ и въ деталяхъ машинъ, не были созданы сразу. Онѣ получились изъ длиннаго ряда опытовъ, почти столѣтнимъ коллективнымъ трудомъ цѣлыхъ поколѣній ученыхъ и техниковъ; поэтому и намъ нужно не останавливаться передъ трудностью поставленной задачи, а послѣдовать ихъ примѣру и

дружно приняться за работу.

Впрочемъ суммарное значеніе коэффиціентовъ X, Y и Z въ формулѣ

$$\gamma C + \Theta = Zs + Y\Sigma ns + X\Sigma Ns \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{I}$$

можно найти изъ отчетовъ и въ современной ихъ формѣ, что и исполнено нами въ таб. XXX. Разложить же эти коэффиціенты на

Таблица XXX.

Дорога	По амортизаціи.			По эксплуатаціи.			Итого.		
	Z_c	Y_c	X_c	$Z_э$	$Y_э$	$X_э$	Z	Y	X
Александровская	5510	135	2420	5291	724	2870	10801	859	5290
Екатерининская	4750	197	3070	5236	842	2570	9986	1039	5640
Закавказскія . .	6220	168	3620	5817	961	3320	12037	1129	6940
Либаво-Роменская	3960	123	2540	3850	735	2220	7810	858	4760
М. К. и Нижегор.	9170	130	3470	6816	866	3210	15986	996	6680
Николаевская . .	10380	139	3090	6896	978	3420	17276	1117	6510
Пермская	3160	105	2260	2620	601	2100	5780	706	4360
Полѣсскія	2640	95	1900	2901	655	2340	5541	750	4240
Привислинскія .	3930	102	2270	4599	806	2460	8529	908	4730
Риго-Орловская	5520	120	2710	4112	749	2660	9558	869	5370
Сызрано-Вязем. .	4040	136	3370	4429	751	2740	8469	887	6110
Самаро-Злат. . .	4070	133	2350	5511	811	2560	9581	944	4910
Сѣверныя	2990	116	2090	3193	824	2830	6183	940	4920

Продолженіе табл. XXX.

Сѣверо-Западныя	5730	98	2320	4048	730	3450	9778	828	5770
Юго-Западныя .	4440	117	2260	4855	801	2480	9495	918	4740
Южныя	4800	136	2570	4681	821	2560	9481	957	5130
Среднее для каз. дорогъ Европейской Россіи . .	4900	131	2640	4600	796	2740	9500	927	5380
Забайкальская .	4570	230	4360	5814	1113	6100	10384	1343	10460
Сибирская . . .	3080	168	2340	5106	669	2520	8160	837	4860
Средне-Азіатская	2730	125	1960	3364	801	2450	6094	926	4410
Ташкентская . .	3210	197	1200	3393	872	1840	6603	969	3040
Среднее для каз. дорогъ Азіатской Россіи	3270	149	2230	4420	805	2720	7680	954	4950
Владикавказская	4290	102	1910	5455	707	2440	9745	809	4350
М. В. Р. СПБ. с. .	3600	117	2230	3192	625	2170	6792	745	4400
М. В. Р. М. с. . .	3600	106	2030	3078	630	1860	6678	736	3890
М.-Казанская . .	3600	106	2300	3901	883	2980	7501	989	5280
М. К. Воронежск	3580	183	1635	3826	772	2080	7406	855	3715
Рязанско-Уральск.	4030	106	2540	3695	762	2590	7725	868	5130
Юго-Восточныя .	4120	104	2280	3899	761	2420	8019	865	4700
Среднее для частныхъ дорогъ . .	3960	113	2140	3900	757	2440	7790	870	4940
Среднее для всей сѣти	4320	130	2560	4360	787	2660	8680	920	5250

составныя части и прослѣдить, какъ отражается то или иное мѣропріятіе на величину $\gamma C+Э$, мы, къ сожалѣнію, не можемъ впредь до измѣненія смѣтныхъ измѣрителей и группировки очередныхъ нумеровъ, т. е. всей формы нашихъ смѣтъ и отчетовъ.

Себестоимость милліона пудоверстъ.

На стр. 17 было отмѣчено, что совершенство организаціи перевозокъ измѣряется не абсолютной величиной издержекъ

$$\gamma C + Э,$$

а отношеніемъ ея къ размѣрамъ перевозки, т. е. для товарнаго движенія себестоимостью милліона пудоверстъ

$$a + э = \frac{\gamma C + Э}{\Sigma Ps}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{II}$$

гдѣ ΣPs—годовой пробѣгъ полезнаго груза въ милліонахъ пудоверстъ.

Этимъ выраженіемъ, дающимъ объективную оцѣнку того или иного способа веденія желѣзнодорожнаго хозяйства, мы сейчасъ и займемся.

На стр. 99 мы нашли, что

$$\gamma C + Э = Zs + Y\,\Sigma ns + X\,\Sigma Ns, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{I}$$

откуда

$$a + э = Z\frac{s}{\Sigma Ps} + Y\frac{\Sigma ns}{\Sigma Ps} + X\frac{\Sigma Ns}{\Sigma Ps}.$$

Величина

$$\frac{\Sigma Ps}{s} = I, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 26$$

т. е. число милліоновъ пудоверстъ нетто, приходящихся на одну версту дороги, называется *интенсивностью движенія*. Величина

$$\frac{\Sigma Ps}{\Sigma ns} = P \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 27$$

есть не что-либо иное, какъ средняя нагрузка поѣзда, а величина

$$\frac{\Sigma Ps}{\Sigma Ns} = p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 28$$

—средняя нагрузка вагона. Такимъ образомъ

$$a + э = \frac{Z}{I} + \frac{Y}{P} + \frac{X}{p} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{III}$$

Формула эта показываетъ, что себестоимость милліона пудоверстъ слагается изъ трехъ частей:

1) обнимающей расходы по аммортизаціи дороги безъ подвижного состава и эксплуатаціонные расходы, не зависящіе отъ размѣровъ движенія,

2) обнимающей расходы по аммортизаціи паровозовъ и расходы, такъ или иначе связанные съ ихъ работой,

3) обнимающей расходы по аммортизаціи вагоновъ и по веденію вагоннаго хозяйства.

Первая часть не зависитъ отъ организаціи движенія, но такъ какъ въ знаменатель ея входитъ I, то она обратно пропорціональна интенсивности его. Вторая и третья части, наоборотъ, непосредственно отъ размѣровъ движенія не зависятъ, но величина ихъ опредѣляется организаціей его. Поэтому мѣриломъ совершенства этой организаціи является, собственно говоря, не вся величина себестоимости, а лишь часть ея

$$(a+э)' = \frac{У}{P} + \frac{X}{p} \quad \ldots\ldots\ldots \text{IV}$$

Формулы III и IV удобны лишь для общаго ознакомленія съ природой себестоимости и не примѣнимы для рѣшенія частныхъ задачъ повседневной практики, требующихъ большей деталировки постоянныхъ.

Выше мы нашли, что

$$У = У' + \frac{h_к}{V_к} + \frac{h_о}{V_о}, \quad \ldots\ldots\ldots 24$$

и

$$X = X' + \frac{h_т}{V_т} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 25$$

Съ другой стороны, нагрузка поѣзда P зависитъ отъ двухъ причинъ: отъ средняго вѣса поѣзда Q, опредѣляемаго профилемъ, условіями движенія и силой паровоза и отъ отношенія въ поѣздѣ груза и тары. Назовемъ среднее число вагоновъ въ поѣздѣ черезъ x, а средній вѣсъ тары черезъ t. Тогда вѣсъ поѣзда

$$Q = x(p+t),$$

а нагрузка его

$$P = xp.$$

Нагрузка же вагона p въ свою очередь является функціей подъемной силы вагона и степени его использованія; именно можно считать, что

$$p = \lambda p_о, \quad \ldots\ldots\ldots 29$$

гдѣ λ есть коэффиціентъ полногрузности вагона, зависящій главнымъ образомъ отъ рода груза и степени совершенства сортировки попудныхъ отправокъ. Точно также и вѣсъ тары можно выразить въ функціи подъемной силы вагона, положивъ

$$t = ap_о, \quad \ldots\ldots\ldots 30$$

гдѣ a есть коэффиціентъ, характеризующій совершенство конструкціи вагона съ коммерческой точки зрѣнія.

При этихъ обозначеніяхъ

$$Q = xp_o(a+\lambda),$$
$$P = xp_o\lambda,$$

и слѣдовательно

$$P = \frac{\lambda}{a+\lambda}Q = \frac{Q}{1+\frac{a}{\lambda}} \quad \ldots\ldots .31$$

Исходя изъ этой формулы и имѣя въ виду формулы 24 и 25, мы можемъ выраженіе III представить подъ видомъ

$$a+э = \frac{Z}{I}+\left(1+\frac{a}{\lambda}\right)\frac{1}{Q}\left(Y'+\frac{h_д}{V_д}+\frac{h_k}{V_k}\right)$$
$$+\frac{1}{\lambda p_o}\left(X'+\frac{h_m}{V_m}\right) \quad \ldots\ldots .III\ б.$$

Это и есть выраженіе для себестоимости въ развернутомъ видѣ, дающее намъ объективный масштабъ для предварительной оцѣнки любого мѣропріятія въ области организаціи перевозокъ

Величины, входящія въ эти формулы, можно разбить на три категоріи:

Къ первой относятся величины a, λ и p_o, характеризующія конструкцію и использованіе товарнаго вагона. Изъ нихъ a и p_o можно считать постоянными, а λ перемѣннымъ, зависящимъ главнымъ образомъ отъ организаціи сортировки попудныхъ отправокъ. Въ частности для нормальнаго вагона

$$a = 0{,}47$$
$$p_o = 0{,}001$$

Ко второй—величины: Z, Y', $h_д$, h_k, X' и h_m, представляющія изъ себя отдѣльныя категоріи расходовъ, отнесенныя къ соотвѣтственнымъ измѣрителямъ. Для даннаго типа паровоза и для даннаго участка дороги это суть, за исключеніемъ y_k, входящей въ h_k, величины постоянныя. Значенія ихъ могутъ быть найдены, какъ уже указывалось, изъ отчетовъ и спеціальныхъ статистическихъ изслѣдованій. Такимъ образомъ, изъ тяговой стоимости 1000 поѣздочасовъ

$$h_k = (1+\beta)\,(h'_k+h''_k+c'Gy_k+f_k+r_k),$$

къ этой категоріи постоянныхъ относится только

$$h' = (1+\beta)\,(h'_k+h''_k+f_k+r_k) = h_k - cy_k, \quad .32$$

гдѣ

$$c = (1+\beta)\,c'G \quad \ldots\ldots\ldots .33$$

Наконецъ, къ третьей категоріи слѣдуетъ отнести величины Q, V_k, $V_д$ и y_k. Для каждаго участка и паровоза онѣ могутъ имѣть различное значеніе въ зависимости отъ того, какъ использована мощность па-

ровоза. Такимъ образомъ эти величины являются въ нашемъ изслѣдованіи перемѣнными, но перемѣнными не независимыми. Въ самомъ дѣлѣ, съ одной стороны коммерческая скорость и паровоза (V_k), и кондукторской бригады (V_∂) зависитъ отъ средней ходовой скорости V_x; съ другой же стороны мы знаемъ, что если задаться составомъ поѣзда и степенью форсировки котла, т. е. величинами y и Q, то время хода поѣзда по перегону, или, что то же, скорость V_x, получится сама собой; обратно, задавшись Q и V_x, мы получимъ опредѣленный расходъ топлива. Это доказываетъ, что величины Q, V_x и y связаны между собой зависимостью и притомъ не одной, а двумя

$$f_1(Q, V_x, y) = o$$
$$f_2(Q, V_x, y) = o.$$

Кромѣ того, между скоростями V_k, V_∂, V_m и V_x существуютъ зависимости

$$V_k = \varphi_k(V_x)$$
$$V_\partial = \varphi_\partial(V_x)$$
$$V_m = \varphi_m(V_x).$$

Что касается этихъ послѣднихъ, то ихъ раскрыть очень нетрудно. Именно, полное время работы паровоза t_k слагается изъ времени

хода t_x по перегонамъ, времени простоевъ по станціямъ t_c и времени, нужнаго на вводъ и выводъ паровоза t'_k, т. е.,

$$t_k = t_x + t_c + t'_k;$$

точно также

$$t_\partial = t_x + t_c + t'_\partial$$

и

$$t_m = t_x + t_c + t'_\partial + t'_m + t_n,$$

гдѣ t'_∂—время, нужное на принятіе и сдачу поѣзда, t'_m на погрузку, выгрузку и передачу вагона на угловыхъ станціяхъ, а t_n время безполезнаго простоя порожнихъ вагоновъ на станціяхъ въ ожиданіи нагрузки или передачи.

Раздѣляя эти равенства на длину участка s, мы получимъ

$$\frac{1}{V_k} = \frac{1}{V_x} + \vartheta_c + \vartheta_k$$

$$\frac{1}{V_\partial} = \frac{1}{V_x} + \vartheta_c + \vartheta_\partial,$$

$$\frac{1}{V_n} = \frac{1}{V_x} + \vartheta_c + \vartheta_\partial + \vartheta_m + \vartheta_n$$

или

$$V_k = \frac{1}{\frac{1}{V_x} + \vartheta_c + \vartheta_k}$$

$$V_\partial = \frac{1}{\frac{1}{V_x} + \vartheta_c + \vartheta_\partial},$$

$$V_m = \frac{1}{\frac{1}{V_x} + \vartheta_c + \vartheta_\partial + \vartheta_m + \vartheta_n}$$

гдѣ различныя ϑ суть величины простоевъ, о которыхъ только что шла рѣчь, отнесенныя къ верстѣ пробѣга; такимъ образомъ, напримѣръ, если $\vartheta_c = 0{,}03$, то это значитъ, что на сто верстъ пробѣга товарные поѣзда въ среднемъ простаиваютъ три часа на промежуточныхъ станціяхъ. Величины эти въ зависимости отъ условій движенія могутъ колебаться въ очень широкихъ предѣлахъ. Такъ, для транзитныхъ поѣздовъ въ зависимости отъ степени насыщенности графика и другихъ условій ϑ колеблется отъ 0,01 до 0,03; для сборныхъ же поѣздовъ оно падаетъ нерѣдко до 0,12 и даже 0,15. Величины ϑ_∂ и ϑ_k въ зависимости отъ разстоянія между депо и распорядительными станціями колеблятся отъ 0,01 до 0,05, а ϑ_n и ϑ_m въ зависимости отъ конфигураціи движенія и отъ распорядительности агентовъ сл. движенія, ведущихъ вагонное хозяйство, еще въ болѣе широкихъ предѣлахъ.

Чтобы покончить съ величинами V_x и V_k, замѣтимъ, во-первыхъ, что коммерческая скорость движенія поѣздовъ

$$V_c = \frac{s}{t_k + t_c},$$

откуда

$$\frac{1}{V_k} = \frac{1}{V_c} + \vartheta_k$$

$$\frac{1}{V_\partial} = \frac{1}{V_c} + \vartheta_\partial,$$

а во-вторыхъ, что ϑ_k и ϑ_∂ настолько близки между собой, что съ достаточной для практическихъ цѣлей точностью можно считать

$$\vartheta_k = \vartheta_\partial = \vartheta_o,$$

откуда

$$V_k = V_\partial = \frac{1}{\frac{1}{V_c} + \vartheta_o}$$

или, называя

$$\vartheta_c + \vartheta_o = \vartheta,$$

$$V_k = V_\partial = \frac{1}{\frac{1}{V_x} + \vartheta} \quad \ldots\ldots 34$$

Что же касается скорости V_m, то согласно сказаннаго

$$V_m = \frac{1}{\frac{1}{V_c} + \vartheta_o + \vartheta_m + \vartheta_n} = \frac{1}{\frac{1}{V_c} + \vartheta + \Theta}, \quad 35$$

гдѣ

$$\Theta = \vartheta_m + \vartheta_n$$

является измѣрителемъ на версту пробѣга всѣхъ простоевъ вагоновъ *внѣ поѣздовъ*.

При наличіи формулъ 32—34 наше выраженіе себестоимости III б получаетъ видъ

$$a + э = \frac{Z}{I} + \left(1 + \frac{a}{\lambda}\right)\left(\frac{y'}{Q} + \frac{h + cy_к}{QV_к}\right) + \\ + \frac{1}{\lambda p_o}\left(X' + \frac{h_m}{V_m}\right), \quad \ldots\ldots\ldots \text{III}$$

гдѣ

$$h = h_o + h' = h_д + h_к - cy_к. \quad \ldots \quad 36$$

Если же сверхъ того въ эту формулу ввести выраженія 34, 35 и для V_k, V_m и y_k, то мы получимъ

$$a + э = \frac{Z}{I} + \left(1 + \frac{a}{\lambda}\right) \\ + \frac{1}{Q}\left[y' + \frac{h + cy_x}{V_x} + (h + cy_o)\vartheta\right] + \\ + \frac{1}{\lambda p_o}\left(X' + \frac{h_m}{V_x} + h_m\vartheta + h_m\Theta\right) \quad \ldots \text{III в}$$

Это и есть наиболѣе удобная для практическихъ цѣлей форма общаго выраженія себестоимости милліона пудоверстъ.

Для того, чтобы этой формулой можно было пользоваться для рѣшенія разныхъ вопросовъ повседневной практики, необходимо два условія. Во-первыхъ мы должны, для данныхъ условій имѣть численныя значенія постоянныхъ Z, I, a, λ, y', h, c, y_o, p_o, X, h_m ϑ и Θ; а во-вторыхъ, знать тѣ зависимости, которыя для даннаго участка и паровоза существуютъ между перемѣнными Q, V_x и y_x. Впрочемъ, и не ракрывая послѣдней зависимости, которой мы посвятимъ особую главу, изъ самого вида формулы III можно почерпнуть рядъ принципіальныхъ указаній для правильной организаціи движенія. На этихъ общихъ указаніяхъ мы сейчасъ и остановимся.

Средняя нагрузка вагона.

При первомъ взглядѣ на формулу

$$a+э=\frac{Z}{l}+\left(1+\frac{a}{\lambda}\right)\left(\frac{y'}{Q}+\frac{h+cy_к}{QV_к}\right)+$$
$$+\frac{1}{\lambda p_o}\left(X'+\frac{h_m}{V_m}\right)\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ \text{III}$$

бросается въ глаза тотъ фактъ, что на величину себестоимости имѣетъ очень сильное вліяніе коэффиціентъ полногрузности λ, т. е. отношеніе между средней дѣйствительной нагрузкой товарнаго вагона и предѣльной его вмѣстимостью. Иными словами, самъ видъ формулы себестоимости милліона пудоверстъ указываетъ намъ на чрезвычайную выгодность тѣхъ мѣропріятій, которыя клонятся къ увеличенію λ. Изъ числа этихъ мѣръ безусловно на первомъ мѣстѣ стоитъ сортировка попудныхъ отправокъ и потому для насъ представляется въ высшей степени интереснымъ выяснить, какое же сбереженіе въ эксплуатаціонныхъ расходахъ можно ожидать отъ ея введенія и развитія.

Задача эта легко рѣшается помощью нашей формулы, разъ для данной дороги извѣстны значенія всѣхъ входящихъ въ нее величинъ. Для Ташкентской дороги, напримѣръ, въ 1909 г.

$$\frac{Z}{l}=98$$
$$y'=260$$
$$Q=29$$
$$h+cy_к=9.4$$
$$V_к=10,$$

откуда

$$\frac{y}{Q}+\frac{h'+cy_к}{QV_к}=41;$$

величина же

$$\frac{1}{p_o}\left(X'+\frac{h_m}{V_m}\right)$$

въ этомъ году равнялось приблизительно 7 руб. Поэтому, въ данномъ случаѣ формула III получаетъ видъ

$$a+э=98+41\left(1+\frac{a}{\lambda}\right)+\frac{7}{\lambda}$$

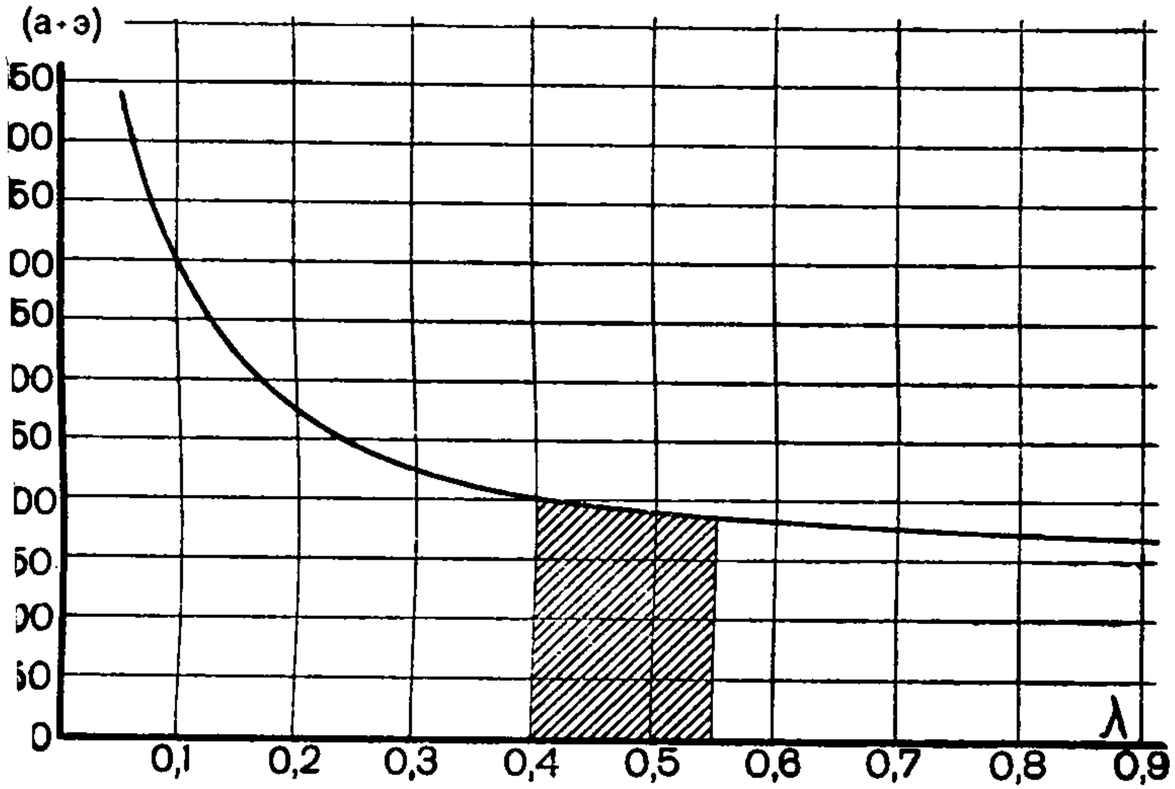
или

$$a+э=139+\frac{41a+7}{\lambda};$$

а такъ какъ a въ то время при 900 пудовой нагрузкѣ равнялось 0,47, то окончательно

$$a + э = 139 + \frac{26}{\lambda}$$

На черт. 3 уравненіе это представлено въ видѣ кривой для λ отъ 0 до 1. Такимъ обра-



Черт. 3.

зомъ, кривая эта показываетъ намъ, какъ колебалась бы себестоимость милліона пудоверстъ полезнаго груза на Ташкентской ж. д., при сохраненіи всѣхъ остальныхъ условій ея эксплуатаціи безъ измѣненія, въ зависимости

отъ колебанія λ въ предѣлахъ отъ перевозки исключительно порожнихъ вагоновъ ($\lambda = 0$) до перевозки исключительно полногрузныхъ вагоновъ ($\lambda = 1$). На практикѣ, конечно, такихъ колебаній быть не можетъ: Ташкентская дорога по своей коммерческой конъюнктурѣ имѣетъ порожняго пробѣга около 35 % и транзита съ фиксированнымъ $\lambda = 0{,}8$ около 50%, т. е. попудныя отправки на ней составляютъ лишь 15%. Поэтому практическій max. λ для Ташк. ж. д. опредѣляется въ

$$0{,}5 \times 0{,}8 + 0{,}15 = 0{,}55$$

и практическій min. λ въ

$$0{,}5 \times 0{,}8 = 0{,}40;$$

въ этихъ реальныхъ предѣлахъ черт. 3 и отмѣченъ штриховкой.

Такъ какъ, согласно этому чертежу, при полномъ отсутствіи сортировки попудныхъ отправокъ, т. е. при $\lambda = 0{,}40$, стоимость милліона полезныхъ пудоверстъ

$$a + э = 204,$$

то годовая экономія, даваемая этою операціею Ташкентской дорогѣ, при

$$\Sigma Ps = 120000 . 10^6,$$

выражается формулой

$$E = [204 - (a + э)]\ 120000,$$

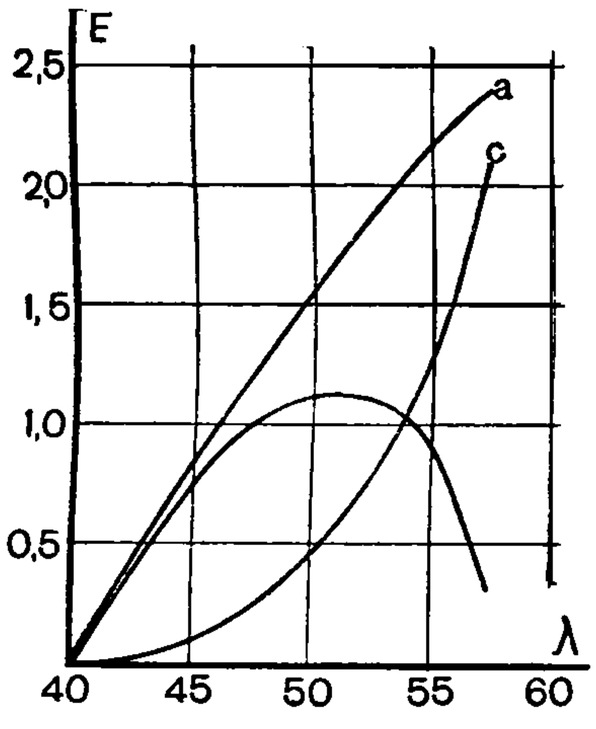
или, если вспомнить, что для этой дороги

$$a + э = 139 + \frac{26}{\lambda},$$

формулой

$$E = 120000\left(65 - \frac{26}{\lambda}\right)$$

Значенія этой экономіи въ функціи λ, для практически возможныхъ его значеній представлены на черт. 4 въ видѣ кривой **a**, кото-



Черт. 4.

рая показываетъ намъ, что, доведя сортировку попудныхъ отправокъ до такого совершенства, чтобы всѣ сборные вагоны шли

полногрузными ($\lambda = 0{,}55$), Ташкентская дорога сберегала бы около 2.160.000 рублей. Это однако, не совсѣмъ такъ, ибо сортировка грузовъ стоитъ денегъ и при томъ тѣмъ большихъ, чѣмъ большаго λ мы хотимъ достигнуть. Если расходы по сортировкѣ, включая и аммортизацію всѣхъ перегрузочныхъ устройствъ, выразятся въ функціи λ кривой **c**, то дѣйствительная выгода отъ сортировки попудныхъ отправокъ выражается разностью ординатъ кривыхъ **a** и **c**, которая нанесена на томъ же чертежѣ въ видѣ выпуклой кривой. Эта кривая показываетъ, что для Ташк. ж. д, доводить λ до значеній большихъ 0,52 практически нѣтъ смысла, ибо все равно больше 1.125.000 рублей въ годъ сортировка попудныхъ отправокъ дать не можетъ.

Сколь не громадна эта цифра сама по себѣ, надо все-таки отмѣтить, что на дорогахъ, гдѣ min. λ меньше, т. е. гдѣ попудныхъ отправокъ больше, тѣ же самыя мѣропріятія могли бы дать еще болѣе эффектные результаты, ибо, какъ показываетъ чертежъ 5, чѣмъ меньше λ, тѣмъ интенсивнѣй падаетъ E съ его увеличеніемъ. Такое очертаніе кривой

$$E = f(\lambda)$$

показываетъ намъ также, что отъ первыхъ шаговъ въ дѣлѣ введенія сортировки

попудныхъ отправокъ мы всегда вправѣ ожидать болѣе эффектныхъ результатовъ, чѣмъ отъ дальнѣйшихъ мѣропріятій по расширенію этой операціи.

Сказанное вполнѣ подтверждается практикой Сибирской ж. д., на которой урегулированіе перевозокъ попудныхъ отправокъ сыграло рѣшающую роль въ томъ рѣзкомъ ростѣ ея доходности, которымъ ознаменовалась вторая половина 90-хъ годовъ.

Раньше чѣмъ перейти къ дальнѣйшему, считаю необходимымъ оговориться, что приведенныя въ этой главѣ цифры не претендуютъ ни на какую точность, такъ какъ кривая **c** прочерчена мной гипотетически на глазъ. Но это и не важно: моя цѣль вовсе не представить готовые рецепты для правильной эксплуатаціи Ташк. ж. д., а только показать, какъ можно составлять подобные рецепты. Правильное же построеніе кривой **c** на практикѣ не представитъ особыхъ затрудненій: для этого нужно лишь составить смѣты на сооруженія и штаты, необходимые для осуществленія 2—3 опредѣленныхъ значеній λ.

Подъемная сила товарныхъ вагоновъ.

Переходимъ къ другимъ заключеніямъ, которыя можно сдѣлать изъ формулы

$$a+э=\frac{Z_{э}}{I}+\left(1+\frac{a}{\lambda}\right)\left(\frac{У}{Q}+\frac{h+cy_к}{QV_к}\right)+$$

$$+\frac{1}{\lambda p_o}\left(X+\frac{h_m}{V_m}\right), \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{III}$$

не раскрывая зависимости между Q, $V_к$ и $y_к$, и прежде всего остановимся на модномъ теперь вопросѣ о переходѣ къ большегрузнымъ вагонамъ американскаго типа.

Прежде всего формула III показываетъ, что на величину себестоимости непосредственно вліяетъ не подъемная сила вагона, а предѣльная полезная нагрузка его осей—p_o. У насъ при тысячепудовой подъемной силѣ эта нагрузка равна 500 пуд., въ Америкѣ же ее доводятъ до 750 пудовъ, что несомнѣнно выгодно. Въ то же время формула III пока-

зываетъ, что величина p_o входитъ только въ третій ея членъ, обнимающій около $^1/_{10}$ себестоимости пудоверсты. Это уже одно показываетъ, что выгодность вагоновъ американскаго типа вовсе не такъ велика, какъ это рисуется нѣкоторымъ ихъ поклонникамъ. Съ другой стороны реализація этой выгоды встрѣчаетъ у насъ непреодолимыя препятствія со стороны инженеровъ службы пути, считающихъ недопустимымъ по нашимъ рельсамъ и мостамъ обращеніе вагоновъ, имѣющихъ общую нагрузку на ось больше 12,5 тоннъ, т. е. 760 пуд. брутто. А такъ какъ тара составляетъ въ среднемъ 40—50% полезной нагрузки, то при двухъ осяхъ эта послѣдняя не можетъ быть больше 540 пудовъ, иными словами, при современныхъ условіяхъ, мы можемъ увеличить p_o всего на 8%, что уменьшитъ себестоимость на 0,8%, но зато нарушитъ такую удобную для коммерческихъ разсчетовъ цыфру вмѣстимости вагона, какъ 1000.

На это обычно возражаютъ, что выгоды большегрузныхъ вагоновъ американскаго типа не исчерпываются допускаемыми у нихъ большими значеніями p_o: у нихъ сверхъ того, значительно меньше отношеніе

$$a = \frac{t}{p_o},$$

что, какъ показываетъ формула III, отражается на себестоимости въ гораздо большей степени, чѣмъ увеличеніе p_o.

Дѣйствительно въ нашемъ нормальномъ вагонѣ при $2p_o = 1000$ и $2t = 420$ пуд.,

$$a = 0{,}42,$$

въ то время, какъ американскіе стальные полувагоны для угля и руды имѣютъ $a = 0{,}38$ и даже $a = 0{,}35$. Однако, большой еще вопросъ, есть-ли это результатъ увеличенія подъемной силы вагона, или технической смѣлости американцевъ, допускающихъ въ частяхъ подвижнаго состава гораздо большія напряженія, чѣмъ мы. Практика Екатерининской жел. дор. съ стальными полувагонами Арбеля какъ будто подтверждаетъ это второе предположеніе: прочность ихъ, несомнѣнно, ниже нормальныхъ вагоновъ при a даже нѣсколько большей, чѣмъ у этихъ послѣднихъ.

Такимъ образомъ, если мы дѣйствительно хотимъ брать примѣръ съ американцевъ, то намъ нужно прежде, чѣмъ переходить къ большегрузнымъ стальнымъ вагонамъ, добиться увеличенія нагрузки на ось, иначе стремленіе къ большей вмѣстимости будетъ насъ неуклонно приводить къ такимъ самобытнымъ конструкціямъ, какъ холодильный

вагонъ съ одной тележкой и третьей осью. Кромѣ того, нельзя упускать изъ вида, что возможность использованія большегрузныхъ вагоновъ для значительной у насъ категоріи мелкихъ отправителей весьма ограничена. Поэтому, если бы мы сразу вздумали переходить отъ 1000 пудовыхъ вагоновъ къ 3000 пудовымъ, то коэффиціентъ λ, вѣроятно, упалъ бы.

Полногрузность товарныхъ поѣздовъ.

При разсмотрѣніи формулы

$$a + э = \frac{Z}{I} + \left(1 + \frac{a}{\lambda}\right)\left(\frac{y'}{Q} + \frac{h + cy_к}{QV_к}\right) + \frac{I}{\lambda p_o}\left(X' + \frac{h_m}{V_m}\right) \quad \text{III}$$

обращаетъ на себя вниманіе тотъ фактъ, что и вѣсъ поѣзда Q, и коммерческая скорость паровоза $V_к$ входятъ въ нее только въ знаменателѣ, иными словами, самъ видъ этой формулы указываетъ на безусловную выгодность увеличенія Q и $V_к$. На это мнѣ могутъ возразить, что съ увеличеніемъ состава ходовая скорость V_x, а слѣдовательно и

$$V_к = \frac{I}{\frac{I}{V_x} + \vartheta}$$

должна уменьшаться. Насколько это вѣрно, вообще говоря, мы увидимъ ниже, а пока въ виду такого замѣчанія разсмотримъ отдѣльно, какъ вліяетъ на себестоимость пудоверсты увеличеніе Q при сохраненіи $V_к$ постоянной и увеличеніе $V_к$ при сохраненіи Q постояннымъ.

Первый вопросъ можно формулировать такъ: тѣмъ или инымъ способомъ предѣльный составъ товарныхъ поѣздовъ опредѣленъ въ Q_m тысячъ пудовъ, при которомъ расчетная ходовая скорость получилась равной V_x, а коммерческая

$$V_к = \frac{I}{\frac{I}{V_x} + \vartheta},$$

гдѣ ϑ надо считать заданнымъ; спрашивается, насколько увеличатся издержки перевозки, если съ этими же скоростями мы будемъ ѣздить при составахъ меньшихъ предѣльнаго; иными словами, спрашивается, какъ вліяетъ на результаты эксплуатаціи та или иная степень *полногрузности товарныхъ поѣздовъ*.

Въ этомъ случаѣ въ формулѣ IV всѣ величины, кромѣ Q, являются постоянными и

ее можно поэтому представить подъ видомъ

$$a + э = m + \frac{n}{Q}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 36$$

гдѣ

$$m = \frac{Z}{I} + \frac{I}{\lambda p_o}\left(X' + \frac{h_m}{V_m}\right)$$

$$n = \left(Y' + \frac{h + cy_к}{V_к}\right)\left(I + \frac{a}{\lambda}\right).$$

Чтобы сдѣлать эту формулу болѣе наглядной, примѣнимъ ее къ среднимъ условіямъ Ташк. ж. д. въ 1909—1910 г.г., именно примемъ

$$\lambda = 0{,}47$$

$$\frac{Z}{I} = 98$$

$$\frac{I}{p_o}\left(X' + \frac{h_m}{V_m}\right) = 7$$

$$m = 98 + 15 = 113$$

$$Y' + \frac{h + cy_k}{V_k} = 1200$$

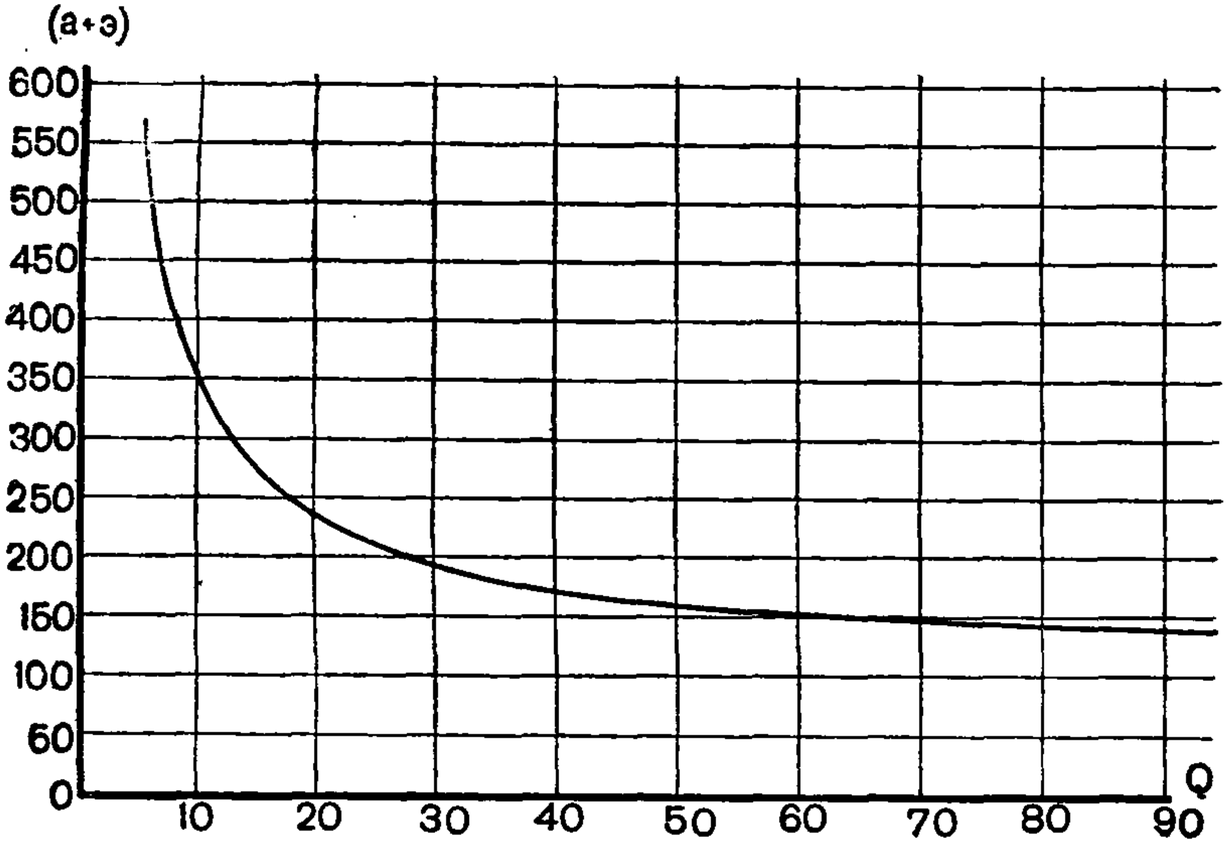
$$n = 1200\ 2 = 2400$$

$$\Sigma Ps = 120.000.$$

Тогда для указанныхъ условій

$$a + э = 113 + \frac{2400}{Q}, \quad \ldots\ldots \quad 36\text{ bis},$$

что является уравненіемъ гиперболы, изображенной на черт. 5.



Черт. 5.

Что же касается величины составовъ, то лѣтомъ 1910 г. они не мѣнялись на всемъ протяженіи отъ Ташкента до Кинеля и обратно, и въ среднемъ равнялись 29 тысячамъ пудовъ. Наибольшая же разсчетная величина такихъ составовъ составляла лѣтомъ въ нечетномъ направленіи отъ Ташкента 43,000 пуд. и обратно къ Ташкенту 40,000 пуд., а

зимой въ нечетномъ 37,000 и въ четномъ 34,000. Въ среднемъ, однако, разсчетный составъ надо считать около 40,000 пуд., ибо мы южнѣй Казалинска весь годъ возили лѣтніе составы, а сѣвернѣй стремились пользоваться ими втеченіи какъ можно большаго періода.

Изъ формулы 36 bis слѣдуетъ, что для средняго дѣйствительнаго $Q=29$

$$a+э=196,$$

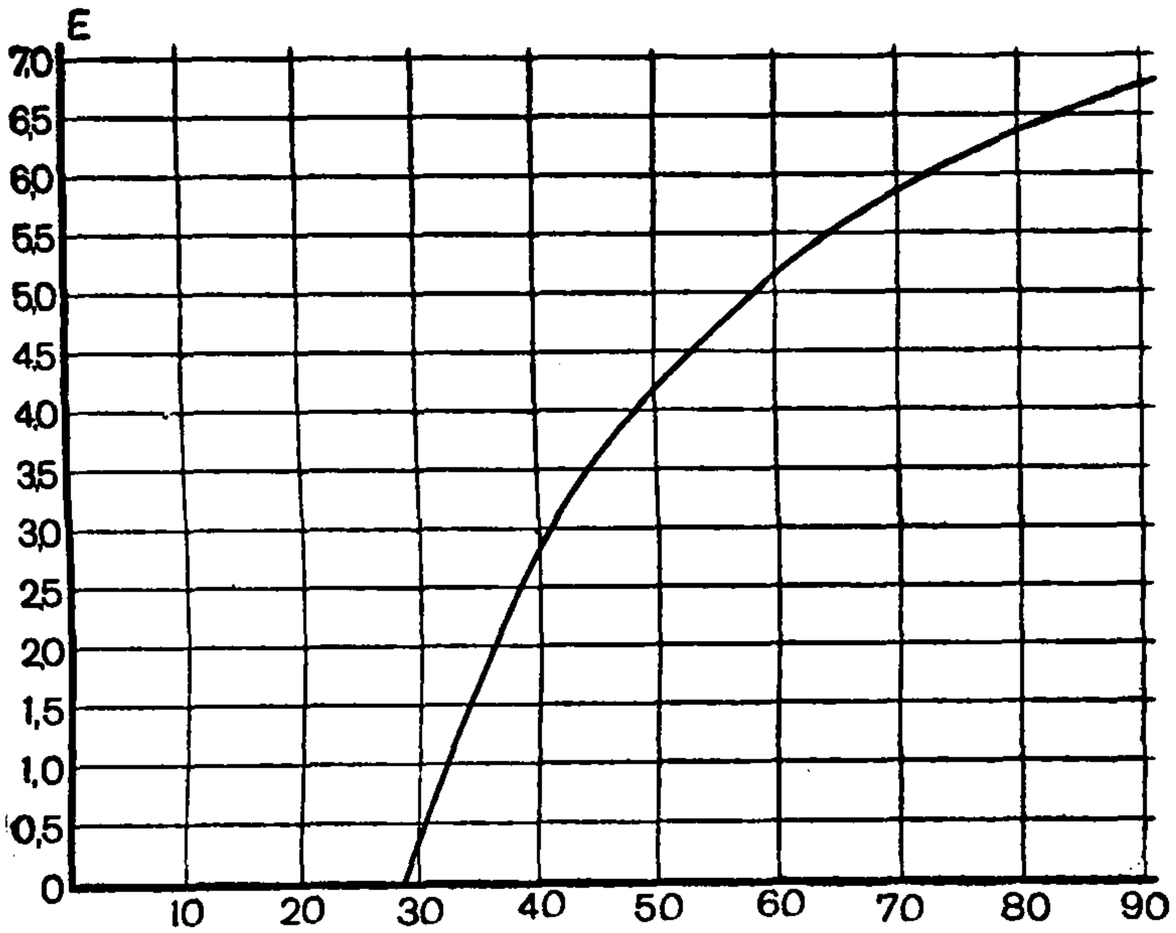
и потому то годовое сбереженіе въ рубляхъ, которое получается отъ увеличенія состава до нѣкотораго Q, можетъ быть подсчитано по формулѣ

$$E_к=\left(113+\frac{2400}{29}-13-\frac{2400}{Q}\right)120{,}000=$$

$$=\left(83-\frac{2400}{Q}\right)120000,$$

представленной на черт. 6 въ видѣ кривой. Изъ этого чертежа мы видимъ, что если бы Управленію Ташкентской ж. д. удалось довести Q до разсчетныхъ 40 тысячъ, то это дало бы 2,760,000 рублей экономіи въ годъ. Надо замѣтить, что въ то время движеніе на Ташкентской дорогѣ было одностороннее, и потому увеличить Q выше 35 тысячъ пу-

довъ не представлялось возможнымъ; однако и такое увеличеніе, которое можно было достичь безъ всякихъ затратъ на оборудованіе, одними только административными мѣропріятіями давало солидную цифру ежегоднаго сбереженія въ 1.730.000 руб.



Черт. 6.

Въ этомъ нѣтъ ничего удивительнаго, такъ какъ форма кривыхъ черт. 5 и 6 показываетъ, что наиболѣе эффектные результаты отъ увеличенія Q получаются при первоначальномъ его возрастаніи, по мѣрѣ же дальнѣйшаго роста Q интенсивность возрастанія E все падаетъ.

Заговоривъ о составахъ Ташк. ж. д., нельзя не коснуться весьма остраго для того времени вопроса о пересоставленіи поѣздовъ въ Казалинскѣ и Арыси. Дѣло въ томъ, что профиль этой части дороги (670 верстъ), расположенной въ долинѣ рѣки Сыръ-Дарьи, допускаетъ увеличеніе предѣльнаго состава поѣзда до 90,000 пуд. при нормальномъ паровозѣ безъ особой форсировки его котла. Это обстоятельство, въ связи съ симметричнымъ движеніемъ на этой части линіи (къ югу идетъ саксаулъ), даетъ возможность довести средній составъ товарныхъ поѣздовъ до чудовищной цифры 70,000 пуд.; для этого нужно только удлинить станціонные пути. Если же оставить ихъ существующей длины, то Q въ среднемъ можно довести до 50. Кромѣ того, въ обоихъ случаяхъ, было необходимо развить станціи Казалинскъ и Арысь, имѣвшіе тогда всего по четыре пути.

Возможность такого рѣшенія вопроса была извѣстна еще въ февралѣ 1910 г., когда я впервые знакомилъ Восточный Пораіонный

Комитетъ съ содержаніемъ „Проблемъ“. Тѣмъ не менѣе Управленіе Ташк. ж. д., чрезвычайно цѣня тѣ удобства, которыя давало единство составовъ на всемъ протяженіи дороги, и не имѣя кредитовъ на развитіе Казалинска и Арыси, рѣшилось на эту мѣру только подъ давленіемъ замѣшательствъ въ движеніи, создавшихся осенью 1910 г., когда хлѣбъ внезапно пошелъ на югъ въ Туркестанъ. Осуществленіе столь значительнаго увеличенія составовъ осложнилось на дѣлѣ еще тѣмъ, что ходовыя поперегонныя скорости при принятомъ на дорогѣ разсчетномъ y_x сильно пали; и при 30 верстныхъ перегонахъ, уложить на графикъ между пассажирскими поѣздами требуемое число товарныхъ, оказалось невозможно. Поэтому пришлось нѣсколько поднять y_x и въ результатѣ величина

$$\frac{h+cy_к}{QV_к}$$

при среднихъ составахъ на уч. Арысь-Казалинскъ около 50 тысячъ, сохранила почти то же значеніе, которое она имѣла при $Q=29$. Иными словами, вся выгода, которую получила Ташк. ж. д. отъ увеличенія составовъ на уч. Казалинскъ Арысь, обусловливалась

лишь уменьшеніемъ члена

$$\frac{y'}{Q}=\frac{260}{Q}$$

съ 9 на 5, 2 руб. Однако и эта экономія, получившаяся при завѣдомо неблагопріятныхъ условіяхъ, когда для возможности увеличить составы приходилось перенапрягать котлы, при

$$\Sigma Ps=120\,000$$

даетъ въ годъ довольно крупную сумму

$$3{,}8+120\,000=460\,000 \text{ руб.}$$

въ то время, какъ переустройство Казалинска и Арыси обошлось менѣе 50,000 руб. единовременно.

Дальнѣйшимъ шагомъ впередъ въ смыслѣ увеличенія составовъ на Ташк. ж. д. являлось бы увеличеніе длины путей на этомъ участкѣ и смягченіе $10^0/_{00}$ подъемовъ на бывшей Оренбургской ж. д. Надо, однако, оговориться, что смягченіе подъемовъ, какъ и только что разсмотрѣнное мѣропріятіе, вызываетъ обычно уменьшеніе ходовой скорости и потому выгоды имъ приносимыя трудно разсматривать внѣ той зависимости, которая связываетъ Q, V_x и y_x, и о которой рѣчь будетъ впереди. Сейчасъ же мы должны вернуться къ вопросу о полногрузности поѣздовъ, т. е.

къ изученію вліянія на себестоимость среднихъ значеній Q при заданныхъ Q_m и V_k.

Фактъ, что достиженіе наибольшей возможности полногрузности поѣздовъ составляетъ одну изъ наиболѣе плодотворныхъ въ хозяйственномъ отношеніи задачъ службы движенія, казавшійся еще не безспорнымъ при возникновеніи перваго изданія „Проблемъ“, теперь можетъ считаться общепризнаннымъ. Болѣе того, вокругъ достиженія наибольшихъ нагрузокъ поѣздовъ

$$P = \frac{Q}{1 + \frac{a}{\lambda}},$$

т. е. наибольшихъ Q и λ, у насъ сейчасъ наблюдается что то въ родѣ спорта, принимающаго не всегда здоровыя формы.

Мнѣ, напримѣръ, приходилось наблюдать такіе факты. На сравнительно небольшой передаточной станціи, безъ депо, отъ товарнаго поѣзда отцѣпили два вагона и для того, чтобы не портить полногрузность, онъ былъ задержанъ на этой станціи на 5 часовъ въ ожиданіи прицѣпки недостающихъ двухъ вагоновъ. Для этой дороги

$$V = V' + \frac{h + cy_k}{V_k} \simeq 1150$$

$$Q_m = 70,$$

а вѣсъ поѣзда ожидавшаго прицѣпки $Q = 67$. Поэтому уменьшеніе себестоимости 10^6 пудоверстъ брутто отъ отправленія поѣзда въ этомъ составѣ равняется

$$\frac{1150}{67} - \frac{1150}{70} = 17{,}2 - 16{,}4 = 0{,}8,$$

а общая потеря, при пробѣгѣ до депо и мѣста погашенія поѣзда въ 50 верстъ,

$$0{,}8 . \frac{67.000.500}{1.000.000} = 2{,}68$$

рубля. Съ другой стороны при стоимости поѣздочаса на стоянкѣ

$$h + cy_o = 3{,}00$$

рубля задержка поѣзда на 5 часовъ даетъ убытокъ въ 15 руб.; иными словами, въ разсматриваемомъ случаѣ за экономію въ 2 руб. 68 коп. было заплачено 15 руб.

Этотъ примѣръ показываетъ также, насколько необходимо считаться съ тѣми расходами, которые являются слѣдствіемъ задержекъ поѣздовъ на станціяхъ. Къ этимъ расходамъ мы сейчасъ и переходимъ.

Задержки по станціямъ.

Вліяніе на себестоимость задержекъ по станціямъ, т. е. уменьшеніе коммерческой скорости при сохраненіи ходовой безъ измѣненія, отражается въ формулѣ

$$a+\vartheta=\frac{Z}{I}+\left(1+\frac{a}{\lambda}\right)\frac{1}{Q}\left[\,y+\frac{h+cy_x}{V_x}+\right.$$

$$\left.+(h+cy_o)\,\vartheta\right]+\frac{1}{\lambda p_o}\left(X+\frac{h_m}{V_x}+h_m\,\vartheta+h_m\,\Theta\right)$$

увеличеніемъ ϑ. Если всѣ остальныя величины сохраняютъ при этомъ свои значенія, то формулу эту можно представить подъ видомъ

$$a+\vartheta=A+B\vartheta,\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 37$$

гдѣ

$$A=\frac{Z}{I}+\left(1+\frac{a}{\lambda}\right)\frac{1}{Q}\left(y+\frac{h+cy_x}{V_x}\right)+$$

$$+\frac{1}{\lambda p_o}\left(X+\frac{h_m}{V_x}+h_m\,Q\right)$$

и

$$B=\left(1+\frac{a}{\lambda}\right)\frac{1}{Q}(h+cy_o)+\frac{h_m}{\lambda p_o}.$$

Формула 37 показываетъ намъ, что въ зависимости отъ ϑ, себестоимость ростетъ по закону прямой. Для того, чтобы лучше отдать себѣ отчетъ въ размѣрѣ этого вліянія, примѣнимъ формулу 37 къ среднимъ условіямъ Ташкентской ж. д., для которыхъ

$$1+\frac{a}{\lambda}=2$$

$$Q=29$$
$$y=260$$
$$h=2400$$
$$c=40$$
$$y_x=210$$
$$y_o=30$$
$$V_x=25$$
$$\frac{Z}{I}=98$$

$$\frac{1}{\lambda p_o}\left(X+\frac{h_m}{V_m}+h_m\,Q\right)=14$$

$$A=160$$

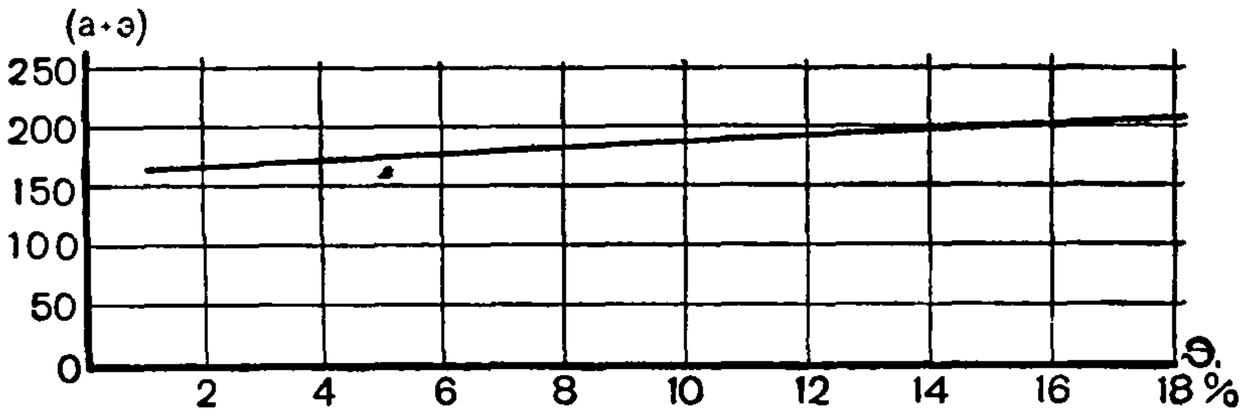
$$\frac{h_m}{\lambda p_o}=9$$

$$B=255.$$

Иными словами, для этихъ условій

$$a + э = 160 + 257\,\vartheta,$$

какъ это изображено и на черт. 7.



Черт. 7.

Величина ϑ для среднихъ условій Ташкентской ж. д., дающихъ при $V_x = 25$, $V_к = 10$, опредѣляется уравненіемъ

$$\vartheta = \frac{1}{V_к} - \frac{1}{V_x} = 0{,}06.$$

Изъ этихъ 0,06 одна сотая падаетъ на вводъ и выводъ паровозовъ изъ депо, а 0,05—на задержки по станціямъ. Послѣднюю цифру для однопутной дороги изъ частично открытыми разъѣздами нельзя не признать вполнѣ удовлетворительной. Если же путемъ болѣе полной спеціализаціи поѣздовъ Управленію Ташк. ж.д. удалось бы понизить ϑ_c съ 0,05 до 0,02, что

для однопутнаго движенія является трудно достижимымъ идеаломъ, то результатомъ этой мѣры явилось бы годовое сбереженіе

$$E = 257 \times 0{,}03 \times 120\,000 = 925\,000 \text{ руб.}$$

Цифра, съ которой нельзя не считаться и которая показываетъ, какое громадное значеніе имѣетъ въ желѣзнодорожномъ хозяйствѣ спеціализація поѣздовъ.

Разберемъ теперь обратный примѣръ и выяснимъ, во что обходятся Ташкентской дорогѣ ежегодныя замѣшательства движенія на участкѣ Кинель-Оренбургъ, когда коммерческая скорость $V_к$ падаетъ тамъ до 5 верстъ. Въ этомъ случаѣ

$$\vartheta = \frac{1}{5} - \frac{1}{25} = 0{,}16$$

и возрастаніе себестоимости 10^6 пудоверстъ равно

$$(0{,}16 - 0{,}06)\,257 = 25{,}7 \text{ руб.}$$

Такъ какъ замѣшательства эти имѣютъ мѣсто при усиленномъ движеніи, когда суточный пробѣгъ грузовъ на этомъ участкѣ составляетъ не менѣе 100 милліоновъ пудоверстъ, то каждыя сутки такого паденія коммерческой скорости обходятся дорогѣ не менѣе 2570 рублей.

Подобные убытки, однако, при нашей системѣ статистики и счетоводства проходятъ совершенно незамѣченными, больше того, иногда, во имя бумажнаго благополучія, ихъ выгодно дѣлать. Наши смѣты и отчеты не знаютъ измѣрителя „паровозочасъ“ и расходы

$$(h + cy_к)\ (1 + \beta)\frac{\Sigma ns}{V_к},$$

которые фактически пропорціональны этому измѣрителю, онѣ относятъ къ паровозоверстамъ; а такъ какъ число этихъ послѣднихъ остается безъ измѣненія, будетъ ли $V_к = 20$ или 5, то такое пониженіе коммерческой скорости не отражается на соотношеніи пробѣговъ груза, поѣздовъ и паровозовъ, что у насъ считается измѣрителемъ хозяйственности перевозокъ.

Между тѣмъ маневровой пробѣгъ учитывается отдѣльно и кромѣ того входитъ по нашей статистикѣ въ величину β. Поэтому многіе „опытные“ начальники движенія предпочитаютъ производить маневры поѣздными паровозами, т. е. сознательно увеличивать ϑ_c ради уменьшенія „непроизводительнаго“ пробѣга маневровыхъ паровозовъ.

На это мнѣ возражали, что съ увеличеніемъ ϑ, при настоящей системѣ отчетности,

возрастаетъ ставка на паровозоверсту и такимъ образомъ увеличеніе расходовъ, вызываемое задержками по станціямъ, не проходитъ незамѣтнымъ, особенно если приходится оправдывать перерасходы. Въ дѣйствительности, однако, хорошій бухгалтеръ съумѣетъ все объяснить погодой и стихійными явленіями, доказывать же начальнику тяги, что у него расходы возросли вслѣдствіе нераспорядительности начальника движенія—значитъ идти на упреки въ залѣзаніи въ чужое дѣло и получить репутацію неуживчиваго человѣка, и притомъ дѣлать это безцѣльно, такъ какъ такое объясненіе увеличенія ставки очень рѣдкій начальникъ дороги пропуститъ въ отчетъ. Непріятность этого вопроса въ томъ и состоитъ, что за простои по станціямъ, которые зависятъ почти исключительно отъ службы движенія, расплачивается служба тяги. Такой порядокъ имѣетъ лишь то удобство, что наши ошибки при немъ незамѣтны; мы играемъ въ темную и правъ выходитъ тотъ, кто лучше умѣетъ „отбрехиваться“, а это искусство легче, чѣмъ искусство хозяйственно вести дѣло. Если же мы хотимъ ясности въ этомъ вопросѣ, то необходимо ввести въ нашу отчетность и статистику новый измѣритель-паровозочасы, какъ это было

сдѣлано на Ташкентской ж. д.; и можно быть увѣреннымъ, что они сразу внесутъ устойчивость и опредѣленность въ отношенія между службами тяги и движенія, символомъ которыхъ сейчасъ, даже въ оффиціальныхъ рѣчахъ, считаютъ собаку, грызущуюся съ кошкой.

Надо, однако, замѣтить, что на Ташкентской дорогѣ вліяніе задержекъ по станціямъ, благодаря примѣненію форсунокъ Твардовскаго, нѣсколько болѣе интенсивно, чѣмъ на другихъ дорогахъ. Въ самомъ дѣлѣ, въ началѣ этой главы было указано, что стоимость 1000 паровозочасовъ безъ отопленія составляетъ на Ташк. ж, д. 2400 руб., стоимость же топлива, сжигаемаго за 1000 часовъ стоянки, равна 1200 руб., иными словами, расходы по отопленію стоящихъ паровозовъ составляютъ тамъ ровно $^1/_3$ стоимости поѣздочаса на стоянкѣ. Такая роль расходовъ по отопленію обуславливается примѣненіемъ щелевыхъ форсунокъ Твардовскаго, расходующихъ на стоянкахъ на 1 m^2 площади рѣшетки, какъ показали спеціальные опыты, 30 kgr. нефти вмѣсто 10—12 характерныхъ для эжекторной форсунки Уркарта, иными словами форсунка Твардовскаго пережигаетъ нефти, при цѣнѣ ея въ 30 к., за каждый часъ стоянки на 80 к. За то она доступнѣй для осмотра и даетъ

при значительной форсировкѣ нѣсколько большій коэффиціентъ полезнаго дѣйствія горѣнія. Послѣ сказаннаго, однако, дѣлается яснымъ что въ товарной службѣ эти форсунки умѣстны только при хорошо спеціализованномъ движеніи.

При самыхъ, однако, благопріятныхъ условіяхъ, т. е. при дешевомъ топливѣ и хорошей водѣ, стоимость поѣздочаса не падаетъ никогда ниже 2 рублей (для Ташкентской мы ее принимали 3 р. 60 к.) и потому вліяніе задержекъ, хоть и въ два раза менѣе интенсивное,—все же всегда имѣетъ мѣсто.

Наивыгоднѣйшій составъ товарныхъ поѣздовъ.

Переходимъ теперь къ болѣе общему вопросу о томъ, какъ вліяетъ на себестоимость милліона пудоверстъ совмѣстное измѣненіе Q и $V_к$, иными словами, выяснимъ, какой составъ является коммерчески наивыгоднѣйшимъ. Мы видѣли уже, что выгодно увеличивать и составъ и коммерческую скорость, но дѣло въ томъ, что эти величины не независимы между собой, ибо съ увеличеніемъ состава ходовая скорость V_x неизбѣжно будетъ падать, а за ней казалось бы должна упасть и $V_к$. Поэтому съ одной стороны увеличеніе состава уменьшаетъ себестоимость, а съ другой, поскольку оно уменьшаетъ $V_к$,—увеличиваетъ ее. А если это такъ, то долженъ быть такой составъ Q, для котораго

$$a + э = min,$$

т. е. который является коммерчески наивыгоднѣйшимъ. Розысканію этого состава было посвящено не мало трудовъ какъ русскихъ, такъ и иностранныхъ авторовъ, но всѣ они, по моему мнѣнію, шли не совсѣмъ по вѣрной дорогѣ. Дѣло въ томъ, что сама возможность существованія такого наивыгоднѣйшаго состава является слѣдствіемъ предположенія, что коммерческая скорость убываетъ съ увеличеніемъ состава. Если жъ бы оказалось, что $V_к$ не зависитъ отъ Q или, тѣмъ болѣе, что она увеличивается вмѣстѣ съ нимъ, то себестоимость непрерывно бы уменьшалась съ увеличеніемъ Q и не имѣла бы никакого минимума, т. е. наивыгоднѣйшимъ составомъ оказался наибольшій возможный.

Всѣ изслѣдователи не ставили себѣ этого вопроса, а предполагали, что вмѣстѣ съ ходовой скоростью при увеличеніи составовъ падаетъ и

$$V_к = \frac{1}{\frac{1}{V_x} + \vartheta_c + \vartheta_к},$$

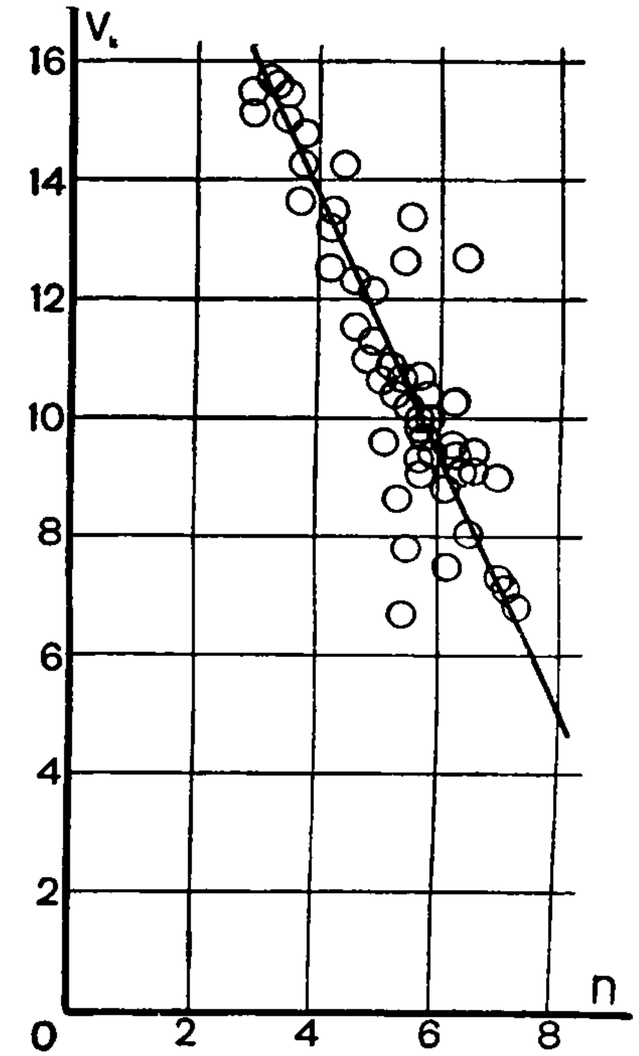
т. е. полагали, что величина ϑ_c не зависитъ отъ состава. Такъ ли это на самомъ дѣлѣ? Я думаю, что всякій, знакомый съ условіями ж. д. движенія, согласится со мной, что ϑ_c, т. е. величина задержекъ по станціямъ и по-

стамъ на версту пробѣга, будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше движеніе. Даже на двухпутныхъ дорогахъ, чѣмъ больше товарныхъ поѣздовъ, тѣмъ больше приходится ихъ задерживать на обгонныхъ путяхъ и передъ распорядительными станціями изъ-за непріема ихъ этими послѣдними. Что же касается однопутныхъ дорогъ, гдѣ къ обгонамъ прибавляются скрещенія, то тамъ зависимость величины ϑ_c, а слѣдовательно и $V_к$ отъ числа паръ поѣздовъ сказывается еще рѣзче. Это положеніе прекрасно иллюстрируется черт. 2 (стр. 50), гдѣ ясно видно, какъ растетъ $V_к$ съ уменьшеніемъ размѣровъ движенія. Чтобы изучить это явленіе болѣе наглядно, я втеченіи 1910 г. наносилъ на клѣтчатку суточныя значенія $V_к$ для каждаго участка тяги Ташк. ж. д. въ функціи отъ числа паръ товарныхъ поѣздовъ и получилъ для всѣхъ ихъ расположеніе точекъ такое же, какъ на черт. 8 приведено для третьяго участка тяги.

Подбирая для этихъ точекъ кривыя, я пришелъ къ заключенію, что лучше всего онѣ подходятъ къ прямымъ вида

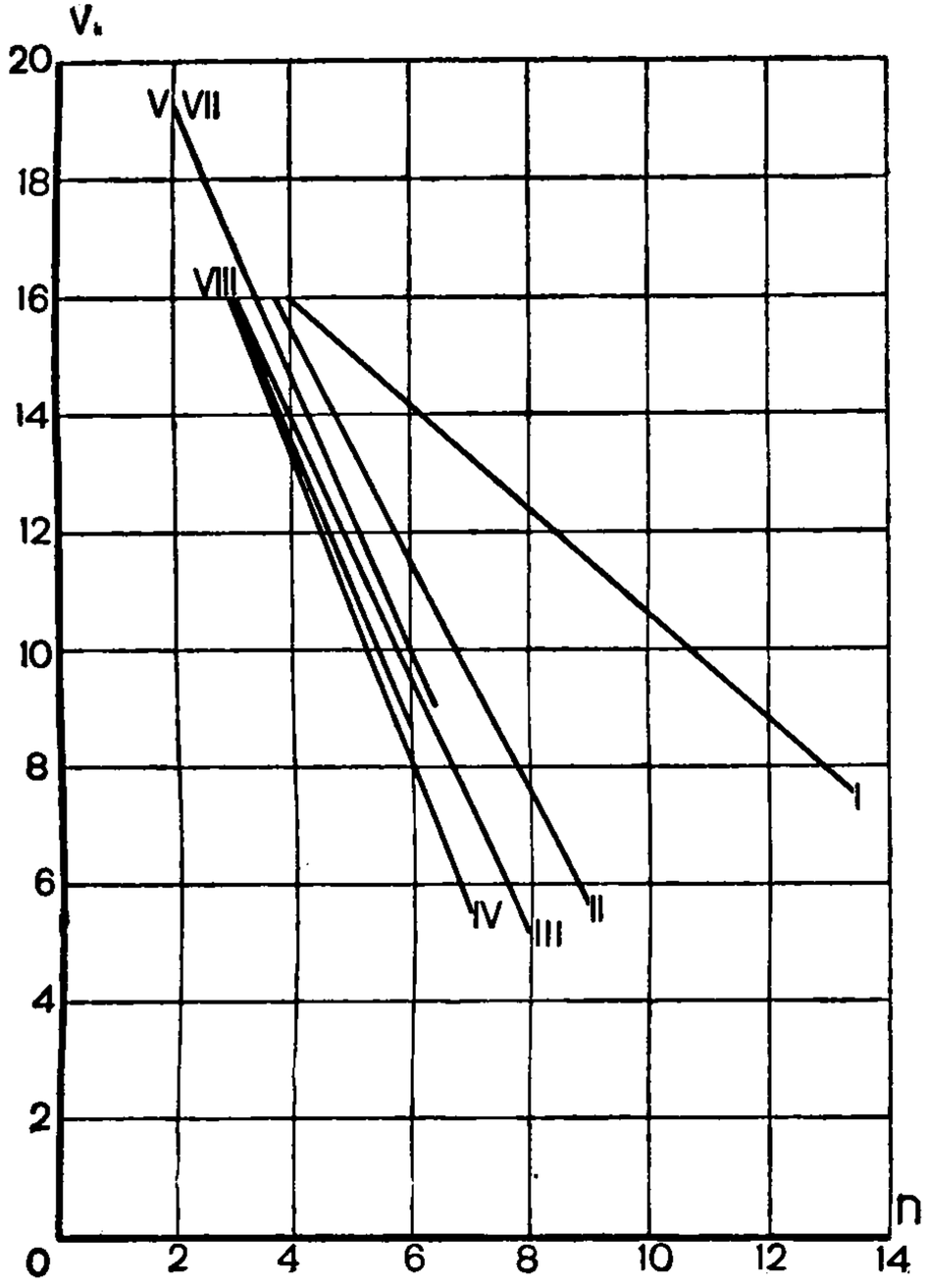
$$V = m - b'n,$$

при чемъ m и b', будутъ различны для каждаго участка въ зависимости отъ его пропускной способности. Какъ видно изъ черт. 9, гдѣ собраны всѣ эти прямыя, наиболѣе рѣзко падаетъ $V_к$ съ увеличеніемъ числа



Черт. 8.

паръ поѣздовъ n на IV участкѣ тяги (Эмба-Саксаульская), т. е. на горномъ участкѣ съ наиболѣе тѣсной пропускной способностью;



Черт. 9.

наиболѣе же полагая прямая относится къ I участку (Кинель — Н. Сергіевка), гдѣ разъѣзды расположены въ 5—6 верстахъ другъ отъ друга. Такимъ образомъ правильнѣе сказать, что $V_к$ падаетъ не по мѣрѣ увеличенія числа паръ поѣздовъ, а по мѣрѣ насыщенія графика.

Какъ бы то ни было, однако тотъ фактъ, что для Ташкентской ж. д. $V_к$ падаетъ съ возрастаніемъ n, можно считать установленнымъ; а разъ это такъ, то значитъ съ уменьшеніемъ составовъ мы будемъ имѣть не увеличеніе, а уменьшеніе коммерческой скорости. Въ самомъ дѣлѣ, если намъ надо перевезти Т милліоновъ пудовъ груза и тары въ грузовомъ направленіи, то

$$n=\frac{T}{Q}$$

и слѣдовательно

$$V_к = m - \frac{n}{Q}. \quad \ldots\ldots\ldots 38$$

Для Ташкентской дороги это безусловно такъ, но я думаю, что и для всѣхъ русскихъ дорогъ, по крайней мѣрѣ однопутныхъ, мы имѣемъ такую же зависимость. При наличіи же ея, формула себестоимости, которую при сохраненіи всѣхъ величинъ кромѣ Q и $V_к$ постоянными, можно переписать подъ видомъ

$$a+э=A+\frac{B}{Q}+\frac{C}{QV_к}, \quad \ldots\ldots 39$$

получитъ окончательно слѣдующую форму

$$a + э = A + \frac{B}{Q} + \frac{C}{mQ - n},$$

откуда слѣдуетъ, что для однопутныхъ, по крайней мѣрѣ, дорогъ *наибольшій составъ есть наивыгоднѣйшій.*

Надо, однако, замѣтить, что иногда условія пропускной способности не позволяютъ воспользоваться подобнымъ наивыгоднѣйшимъ составомъ. Лучшимъ примѣромъ такого положенія является Николаевская дорога, на которой по условіямъ профиля вѣсъ поѣздовъ въ гружономъ направленіи отъ Москвы къ Петербургу можетъ быть доведенъ до 80 тысячъ пудовъ, а въ обратномъ до 62 тысячъ. Однако при такихъ составахъ скорости на подъемахъ настолько падаютъ, что уложить на графикъ необходимое число товарныхъ поѣздовъ между 30 парами пассажирскихъ оказалось невозможнымъ безъ передвижки этихъ послѣднихъ, что, конечно, недопустимо. Изъ такого положенія есть три выхода: уменьшить составы, на затяжныхъ подъемахъ для увеличенія скорости допустить большую форсировку котла, или наконецъ увеличить пропускную способность. Управленіе Николаевской ж. д. предпочло первый

выходъ, уменьшивъ составъ гружоныхъ поѣздовъ до 70 тысячъ пудовъ, что при $У = 1150$ даетъ увеличеніе себестоимости 10^6 пудоверстъ на

$$1150 \left(\frac{1}{70} - \frac{1}{80} \right) = 2{,}05$$

рубля. Иными словами при $\Sigma Ps \simeq 100000$ Николаевская дорога за возможность уложить на графикъ требуемое число товарныхъ поѣздовъ уплачиваетъ 205 000 руб. ежегодно.

Между тѣмъ, того же результата можно было достичь открывъ 20 блокъ-постовъ изъ числа нынѣ бездѣйствующихъ. При такомъ рѣшеніи вопроса возможность справиться съ наличными размѣрами перевозокъ обошлась бы въ годъ maximum 50 000 руб.

Опыты надъ типами паровозовъ.

На стр. 115 было уже отмѣчено, что для того, чтобы изъ формулы

$$a + э = \frac{Z}{I} +$$

$$+ \left(1 + \frac{a}{\lambda} \right) \frac{1}{Q} \left[y' + \frac{h + cy_к}{V_к} + (h + cy_o)\, \vartheta \right] +$$

$$+ \frac{1}{\lambda p_o} \left(X' + \frac{h_m}{V_к} + h_m \vartheta + h_m \Theta \right) \quad . \quad . \quad . \quad \text{III в}$$

получить всѣ тѣ практическія указанія, которыя она можетъ дать, необходимо имѣть зависимость, связывающую величину Q, V_x и y_x. Зависимость эта опредѣляется съ одной стороны уравненіемъ движенія поѣзда, а съ другой—тѣмъ соотношеніемъ, которое у каждаго паровоза существуетъ между исполненной работой и количествомъ сожженнаго топлива.

Уравненіе движенія поѣзда, какъ извѣстно, имѣетъ видъ

$$\left(M + \sum \frac{I}{R^2} \right) \frac{dV}{dt} = F - W \quad . \quad . \quad . \quad 40$$

гдѣ M масса поѣзда, I моментъ инерціи колесныхъ паръ, R—радіусъ ихъ колесъ, V скорость, t—время, F—сила тяги паровоза, W—сопротивленіе поѣзда. Съ другой стороны

$$M = \frac{L + Q}{g},$$

гдѣ L вѣсъ паровоза съ тендеромъ

$$F = \varphi(V), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 41$$

и

$$W = \psi(V). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 42$$

Такимъ образомъ для того, чтобы интегрировать уравненіе 40 и такимъ образомъ получить зависимость между Q и $V_к$, надо знать видъ зависимости 41 и 42.

Что касается сопротивленія поѣзда, то послѣ классическихъ изслѣдованій по этому вопросу Петрова, Франка, Дедуи, Барьбе, Надаля и Занцина оно можетъ считаться достаточно изученнымъ. Пользуясь съ требуемой осмотрительностью формулами этихъ изслѣдователей, а также формулами Х. Н. ж. д. выведенными изъ опытовъ надъ русскимъ нор-

мальнымъ вагономъ, можно всегда опредѣлить W съ достаточной для запросовъ практики точностью. Иное дѣло зависимость

$$F = \varphi(V),$$

представляющая изъ себя результатъ всего того комплекса явленій, которыя имѣютъ мѣсто въ паровозныхъ котлѣ и машинѣ. Явленія эти настолько сложны и разнообразны, что предугадать ихъ на основаніи теоретическихъ соображеній для любого типа паровоза невозможно. Поэтому приходится признать, что теорія паровозовъ безсильна установить общій видъ зависимости

$$F = \varphi(V)$$

и дать численные въ ней коэффиціенты для разныхъ типовъ паровозовъ. Безсиліе это вытекаетъ не изъ недостаточности нашихъ познаній о характерѣ процессовъ, совершающихся внутри паровоза, а отъ черезвычайной сложности и измѣнчивости ихъ, дѣлающихъ къ нимъ въ большинствѣ случаевъ неприложимымъ математическій анализъ. Поэтому можно думать, что съ дальнѣйшимъ развитіемъ теоріи паровозовъ, это положеніе не измѣнится. А если это такъ, то и въ настоящемъ и въ будущемъ для полученія зависимости между силой тяги и скоростью

для даннаго типа паровоза остается только одинъ путь—путь научно-обставленныхъ опытовъ.

Первая попытка произвести такіе опыты относится къ срединѣ прошлаго столѣтія и принадлежитъ Кларку, книга котораго о нихъ [1]) и до сего времени не утратила своего значенія. Затѣмъ надлежитъ отмѣтить извѣстные опыты Прусскихъ и Французскихъ казенныхъ ж.ж. д.д. (Франкъ, фонъ Боррисъ, Дедуи, Надаль). Но наиболѣе полно съ 1908 г. обставлены такіе опыты у насъ въ Россіи, гдѣ для нихъ создана спеціальная организація за счетъ смѣты всѣхъ казенныхъ ж.ж. д.д. За это время обслѣдовано 7 типовъ товарныхъ и 10 пассажирскихъ паровозовъ, для которыхъ зависимость

$$F = \varphi(V)$$

изучена съ исчерпывающей полнотой.

Ранѣе же для опредѣленія этой зависимости, безъ которой интегрированіе уравненія движенія поѣзда невозможно, приходилось пользоваться или разными псевдо-теоретическими формулами, или данными опытовъ надъ другими типами паровозовъ. Послѣднее лѣтъ 20 тому назадъ, когда паровозостроеніе не

[1]) Clark. Railway Machinery.

выходило за предѣлы нѣсколькихъ избитыхъ образцовъ, давало достаточно точные для практики результаты. При современной же дифференціаціи типовъ парозозовъ и томъ усложненіи ихъ, которое внесло примѣненіе послѣдовательнаго расширенія и перегрѣтаго пара въ разныхъ видахъ и комбинаціяхъ, такое перенесеніе результатовъ опыта надъ однимъ типомъ паровоза на другой, повидимому даже близкій, можетъ дать ошибку въ 30 и болѣе процентовъ, съ чѣмъ мириться, конечно, нельзя.

Такимъ образомъ, для возможности пользоваться формулой себестоимости, т. е. для того, чтобы въ дѣлѣ организаціи перевозокъ идти съ открытыми глазами, и впередъ предвидѣть результаты того или иного мѣропріятія, нужно для даннаго паровоза и участка имѣть численное выраженіе зависимости между Q, V_x и y_x. Для того же, чтобы получить эту зависимость, необходимо для даннаго типа паровоза имѣть полученную изъ опыта зависимость

$$F = \varphi(V).$$

Безъ нея пользованіе нашими формулами себестоимости возможно лишь въ очень ограниченной области, а именно только для оцѣнки тѣхъ мѣропріятій, при которыхъ хо-

довая скорость движенія поѣздовъ остается безъ измѣненія. Иными словами опытное изслѣдованіе паровозовъ съ цѣлью опредѣленія зависимости.

$$F = \varphi(V)$$

является необходимымъ звеномъ въ той цѣпи научныхъ проблемъ эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ, рѣшеніе которыхъ должно, по моему мнѣнію, вывести дѣло перевозокъ изъ области искусства въ область точнаго знанія и дать для оцѣнки его веденія объективный масштабъ.

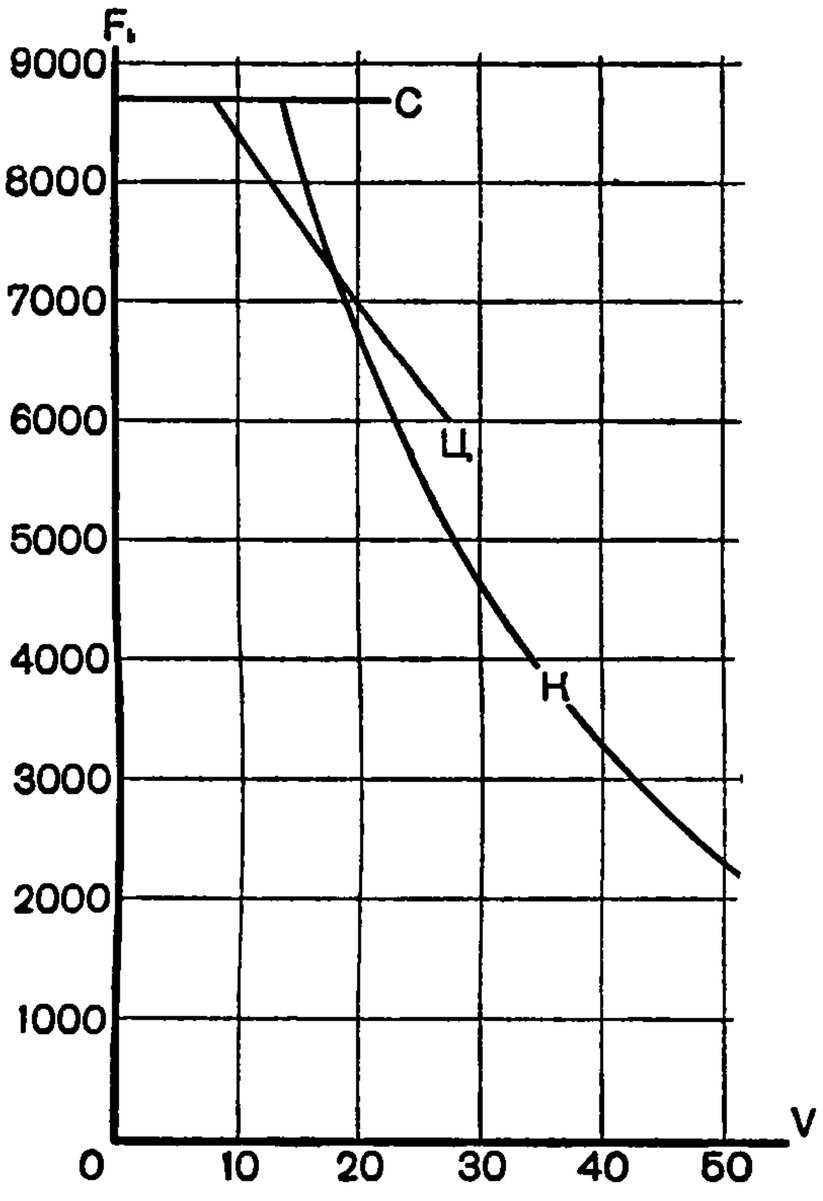
Для того, чтобы уяснить себѣ, въ чемъ, собственно говоря, должны состоять эти опыты, необходимо имѣть въ виду, что ограниченіе силы тяги паровоза въ зависимости отъ скорости обуславливается тремя факторами:

1) сцѣпленіемъ между движущими колесами и рельсами,

2) размѣрами цилиндровъ и

3) паропроизводительностью котла.

При любой скорости сила тяги не можетъ быть больше, чѣмъ произведеніе коэффиціента сцѣпленія ψ на сцѣпной вѣсъ паровоза $L_к$, иначе произойдетъ баксованіе. Это условіе на діаграммѣ черт. 10 изображается въ видѣ прямой **c**. Равнымъ образомъ сила тяги паровоза не можетъ быть больше той, которая



Черт. 10.

Паровозъ о—4—о нормальнаго типа.

получается при вполнѣ открытомъ регуляторѣ и наибольшей возможной отсѣчкѣ. Такъ какъ при постоянствѣ этихъ обстоятельствъ сила

тяги съ увеличеніемъ скорости падаетъ по закону, близкому къ линейному, то это условіе на діаграммѣ черт. 10 можетъ быть выражено прямой ц. Наконецъ, сила тяги паровоза не можетъ втеченіи продолжительнаго времени быть больше той, при которой расходъ пара машиной равенъ производительности котла, иначе у насъ не хватитъ пара, и въ концѣ концовъ мы рискуемъ выплавить пробки. Такъ какъ въ зависимости отъ совершенства своей машины паровозъ расходуетъ на паровую лошадь въ часъ болѣе или менѣе опредѣленное количество пара

$$\frac{U}{N},$$

а число паровыхъ лошадей

$$N = \frac{FV}{270},$$

то количество пара, нужное машинѣ въ часъ

$$U = \frac{U}{N}\frac{FV}{270}.$$

Съ другой стороны, если съ 1 m² поверхности нагрѣва въ часъ снимается z kgr. пара, а величина этой поверхности равна H m², то паропроизводительность котла выражается произведеніемъ

$$zH.$$

Поэтому ограниченіе силы тяги по котлу, вытекающее изъ условія

$$U = \frac{U}{N}\frac{FV}{270} \leqslant zH,$$

представляется на чертежѣ 10 въ видѣ кривой

$$FV = \frac{270\,zH}{U/N} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 43$$

Если бы U/N не зависѣло отъ скорости, кривая эта была бы равноплечей гиперболой; въ дѣйствительности же, благодаря зависимости, существующей между V и U/N, очертаніе этой кривой нѣсколько удаляется отъ гиперболы.

Розысканіе этихъ трехъ ограниченій для силы тяги и составляетъ основную задачу изслѣдованія типовъ паровозовъ съ точки зрѣнія работы ихъ машинъ. Что касается первыхъ двухъ ограниченій, то они находятся безъ всякаго труда при поѣздкахъ съ рядовыми поѣздами; для этого нужно лишь имѣть приборъ, позволяющій измѣрить силу тяги, т. е. индикаторъ или динамометръ. Совершенно иначе стоитъ дѣло съ розысканіемъ изъ опыта зависимости

$$FV = \frac{270\,zH}{U/N}: \quad \ldots\ldots\ldots \quad 43$$

Очевидно, что зависимость эта будетъ различна для разныхъ значеній z, т. е. для разныхъ степеней форсировки котла; поэтому намъ приходится изучать не одну зависимость

$$F = \varphi(V),$$

а нѣсколько, общимъ выраженіемъ которыхъ можетъ служить формула

$$F = \varphi_k(V, z). \quad \ldots\ldots\ldots \quad 44$$

Между тѣмъ на паровозѣ нѣтъ, да и не можетъ быть прибора, который показывалъ бы, какому z соотвѣтствуетъ данная комбинація положенія регулятора, отсѣчки и скорости. Величина эта можетъ быть опредѣлена лишь по окончаніи поѣздки изъ обмѣровъ воды въ началѣ ея и въ концѣ. Поэтому, измѣривъ одновременно скорость и силу тяги, мы при обычныхъ условіяхъ работы паровоза не имѣемъ возможности отнести ея къ опредѣленному значенію z, а, слѣдовательно, измѣренія F и V при повседневной службѣ паровозовъ, сколь бы многочисленны они не были, не могутъ дать намъ зависимости

$$F = \varphi_k(V, z). \quad \ldots\ldots\ldots \quad 44$$

Для полученія ея необходимо между двумя обмѣрами воды, т. е. втеченіи всей поѣздки,

сохранять значенія всѣхъ трехъ этихъ величинъ постоянными; иными словами, необходимо втеченіи всего опыта сохранять положеніе регулятора, отсѣчку и скорость неизмѣнными. Только въ этомъ случаѣ мы вправѣ сказать, что данный расходъ пара, или, что тоже, данная интенсивность парообразованія z соотвѣтствуетъ даннымъ силѣ тяги и скорости.

Необходимость во время опытовъ надъ типами паровозовъ такихъ искусственныхъ условій ихъ работы была установлена въ 1882 г. покойнымъ А. П. Бородинымъ. Имъ же и былъ предложенъ лабораторный методъ такого изслѣлованія, состоящій въ томъ, что паровозъ ставится на катки въ закрытомъ помѣщеніи и его работа поглощается тормазами, приложенными къ этимъ каткамъ, или сопротивленіемъ машинъ орудій, приводимыхъ отъ нихъ въ движеніе. Первая такая лабораторія на земномъ шарѣ была создана Бородинымъ при Кіевскихъ мастерскихъ въ видѣ временнаго устройства. Первая же постоянная паровозная лабораторія была выстроена проф. Госсомъ при университетѣ Пардью въ Америкѣ въ 1891 г. Сейчасъ такихъ лабораторій въ Америкѣ четыре, а у насъ въ Россіи одна на Путиловскомъ заводѣ, о работѣ которой, къ сожалѣнію, ничего не

извѣстно. Кромѣ того, приступлено къ сооруженію паровозной лабораторіи Института Инженеровъ Путей Сообщенія на Александровскомъ заводѣ Ник. ж. д.

Долгое время считалось, что сохраненіе постоянства условій работы паровоза, какъ мы видѣли совершенно необходимое для полученія зависимости

$$F = \varphi_k(z, V), \quad \ldots\ldots\ldots \quad 44$$

возможно достичь исключительно въ такихъ лабораторіяхъ. Однако въ 1900, а затѣмъ окончательно въ 1908 году, автору этихъ строкъ удалось достичь этихъ условій и при поѣздкахъ по участкамъ достаточно однообразнаго профиля. Несомнѣнно въ лабораторіи подобные опыты производить много удобнѣе, но разъ въ распоряженіи русскихъ дорогъ такой лабораторіи нѣтъ, приходится мириться съ производствомъ опытовъ въ пути, тѣмъ болѣе, что въ настоящее время организація этого дѣла достигла такого совершенства, что получаемыя данныя въ смыслѣ точности ничуть не уступаютъ лабораторнымъ.

Для насъ сейчасъ, однако, важно не то, гдѣ будутъ производиться такіе опыты, а важно то, чтобы они производились надъ

всѣми новыми типами паровозовъ, ибо иначе правильное использованіе ихъ при свѣтѣ нашей формулы себестоимости невозможно. Кромѣ того, важно, чтобы это были дѣйствительно *опыты* съ сохраненіемъ постоянства условій работы паровоза, а не *пробныя поѣздки*, которыя могутъ дать лишь впечатлѣнія, но не объективныя данныя.

Какъ было указано, основной задачей такихъ опытовъ является розысканіе для разныхъ типовъ паровозовъ зависимости

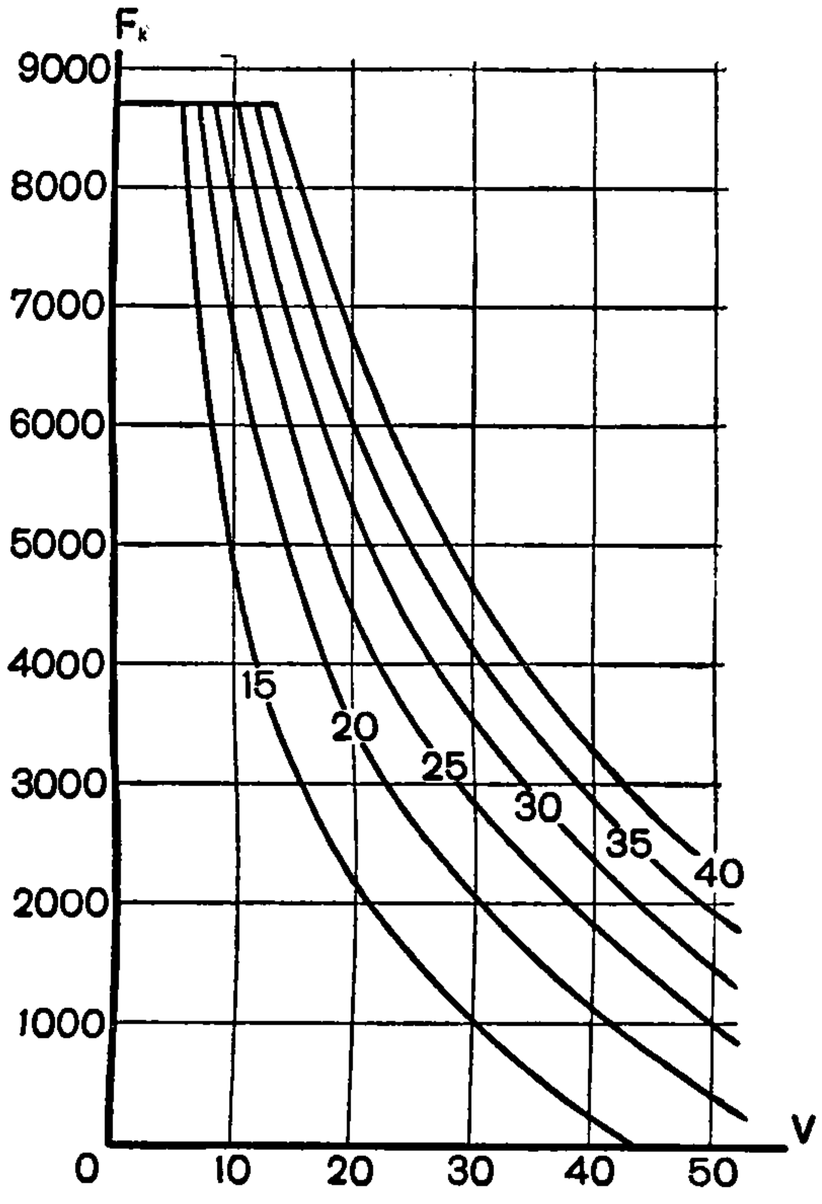
$$F = \varphi_к(z, V). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 44$$

Этимъ, однако, нельзя ограничиться. Дѣло въ томъ, что мѣняя z, т. е. измѣняя форсировку котла, мы тѣмъ самымъ измѣняемъ и количество топлива, сжигаемое въ часъ. Поэтому для того, чтобы имѣть возможность ввести въ формулу себестоимости величину y_x, соотвѣтствующую данному Q и V_x, т. е. даннымъ Q, W и F, мы должны для каждаго типа паровоза получить еще зависимость

$$z = \phi\ (y), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 45$$

характеризующую работу его котла. Такъ какъ для разныхъ топливъ эта зависимость можетъ быть различна, то опыты для опредѣленія ея приходится производить не только для каждаго типа паровоза, но и для каждаго сорта топлива. Къ счастью опыты этого рода не требуютъ спеціальныхъ условій и могутъ производиться съ рядовыми поѣздами при надлежащемъ лишь выборѣ участка и соотвѣтственномъ управленіи паровозомъ.

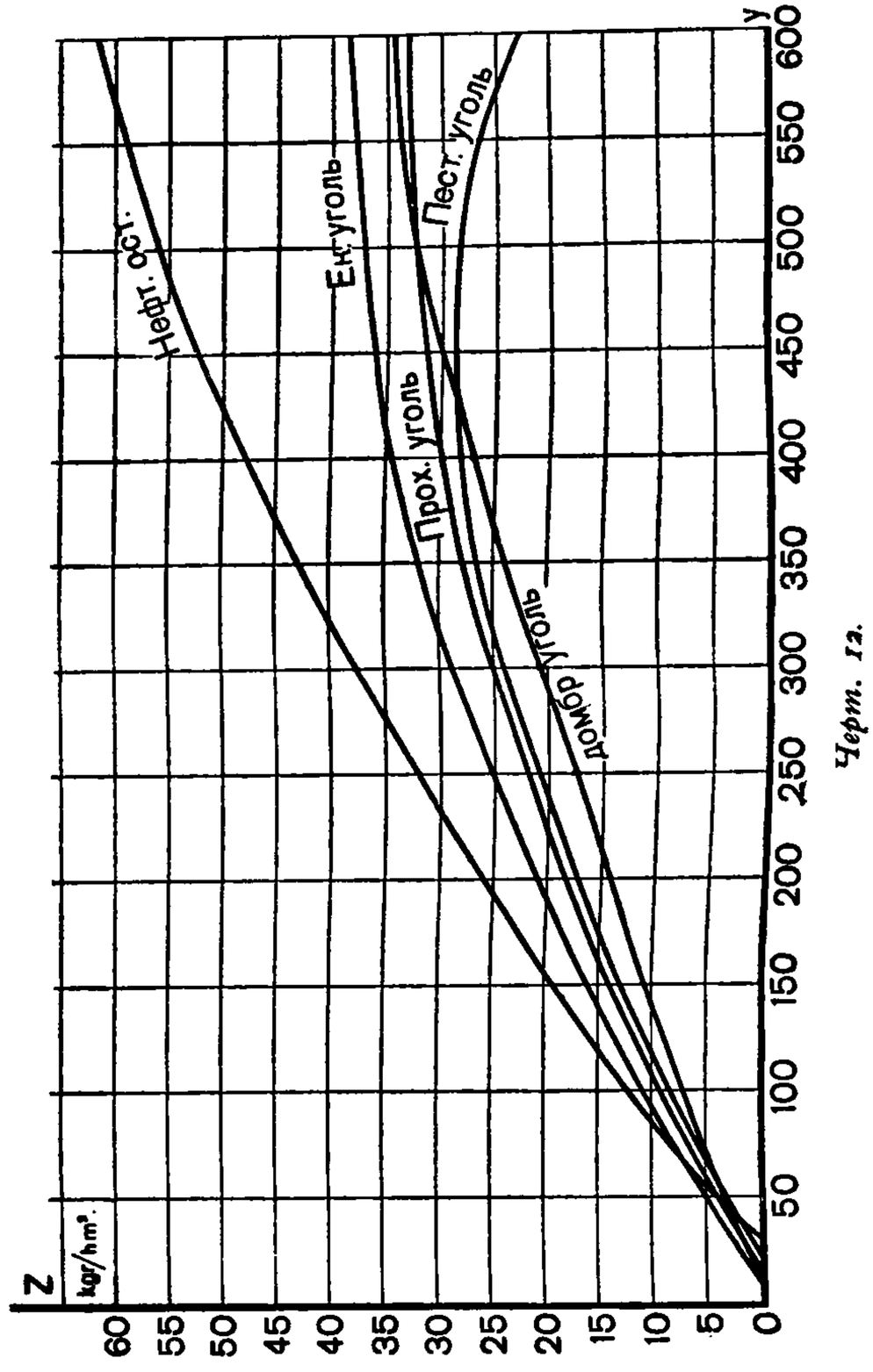
На черт. 11 и 12, для иллюстраціи всего сказаннаго, приведены кривыя 44 и 45, полученныя во время опытовъ надъ паровозами о—4—о нормальнаго типа. Изъ нихъ мы можемъ сдѣлать два весьма интересныхъ въ хозяйственномъ отношеніи заключенія. Во первыхъ, оказывается, что у плохихъ углей для z существуетъ вполнѣ опредѣленный максимумъ. Напримѣръ, сколько бы въ топкѣ нормальнаго паровоза мы не сжигали Пестеровскаго угля, больше чѣмъ 29 килограммъ пара съ квадратнаго метра поверхности нагрѣва получить нельзя. Болѣе того, если довести интенсивность горѣнія y до 500 kgr/h. m² и выше, замѣчается даже ухудшеніе парообразованія, ибо топка, что называется, забивается углемъ. Во вторыхъ, чертежъ 12 показываетъ намъ, что эквивалентъ разныхъ сортовъ топлива, играющій такую важную роль въ нашихъ отчетахъ вовсе не есть вели-



Черт. 11 [1]).

чина постоянная. Въ частности, если Прохоровскій уголь взять за сто, то эквиваленты

[1]) Цифры на кривыхъ показываютъ значенія ε.



Черт. 12.

для другихъ топливъ въ топкѣ нормальнаго паровоза получаются слѣдующими:

Таблица XXXI.

Интенсивность парообразованія	$z=10$	$z=20$	$z=30$
Нефть	80	69	54
Екатериновскій уголь . . .	93	87	79
Пестеровскій уголь	107	108	∞
Гродзецкій уголь (Домбровскаго раіона)	133	132	110

Въ топкѣ же другого типа паровоза могутъ получиться иные результаты.

Этотъ примѣръ показываетъ намъ, что даже самъ видъ опытныхъ кривыхъ можетъ дать практически цѣнныя указанія. Вообще слѣдуетъ признать, что опыты съ паровозами необходимы не только для возможности оцѣнивать напередъ помощью формулы III различныя мѣропріятія въ области организаціи перевозокъ, но и для правильнаго рѣшенія ряда задачъ повседневной практики, въ видѣ разсчетовъ составовъ, временъ хода, пропускной способности, нормъ на топливо и т. п.

Кромѣ того, опытное изслѣдованіе новыхъ типовъ паровозовъ нерѣдко открываетъ въ

нихъ такіе недостатки, которые инымъ способомъ обнаружены быть не могутъ. Такъ, при опытахъ съ паровозами нормальнаго типа выяснились чудовищныя ошибки въ пароraспредѣленіи первыхъ выпусковъ и неправильное расположеніе у нихъ конусовъ, при опытахъ надъ 1—4—0 компаундъ измѣненнаго китайскаго типа — недостаточное отверстіе ихъ конусовъ, при опытахъ надъ 1—4—0 съ перегрѣвателями Шмидта—недостаточный діаметръ жаровыхъ трубъ этихъ послѣднихъ и т. д.

Недостатки эти на глазъ не были видны, а между тѣмъ на расходѣ топлива, а слѣдовательно, и на себестоимости перевозокъ, они отражались довольно значительно.

Наконецъ, путемъ опытовъ устанавливаются наиболѣе цѣлесообразные пріемы управленія даннымъ типомъ паровоза, что тоже далеко не безразлично для величины себестоимости. Такъ какъ это примѣненіе данныхъ опытовъ встрѣчаетъ наибольшее недовѣріе среди практиковъ, полагающихъ, что машинисты интуитивнымъ путемъ болѣе быстро и правильно вырабатываютъ пріемы наивыгоднѣйшаго управленія любымъ типомъ паровоза, то я позволю себѣ привести одинъ случай изъ моей практики, очевидцы кото-

раго всѣ еще живы и здоровы. Когда въ 1910 г. на Ташкентскую дорогу поступили паровозы 2—3—о системы де-Глена, типа Рязанско-Уральской ж. д. (серія У съ колѣнчатой осью), то надъ ними тотчасъ же были произведены опыты, которые показали, что благодаря примѣненію одной кулиссы для распредѣленія малаго и большого цилиндра съ каждой стороны, расходъ пара на паровую лошадь въ часъ очень быстро возрастаетъ по мѣрѣ удаленія отсѣчки отъ 0,3 въ обѣ стороны. Сообразно этому на Ташкентской дорогѣ машинистамъ было предложено регулировать работу этихъ паровозовъ исключительно регуляторомъ, прибѣгая къ впускамъ большимъ 0,3 лишь въ случаѣ, если при этой отсѣчкѣ и регуляторѣ открытомъ во всю, сила тяги паровоза окажется недостаточной. Паровозами этими всѣ были очень довольны, и я усиленно просилъ объ увеличеніи ихъ числа, путемъ передачи съ Николаевской, гдѣ они работали съ 1908 года, но гдѣ ихъ признали совершенно негодными для скорой службы, вслѣдствіе недостатка пара. Согласіе на эту передачу послѣдовало, когда я былъ уже начальникомъ тяги Николаевской, и мнѣ пришлось просить о задержкѣ ея впредь до выясненія

причинъ такого противорѣчія въ оцѣнкѣ этихъ паровозовъ. Послѣ 2—3 поѣздокъ на нихъ по Николаевской ж. д. выяснилось, что недостатокъ у нихъ пара обуславливается съ одной стороны нѣкоторой недостаточностью размѣровъ форсунокъ, переставленныхъ съ товарныхъ паровозовъ, а съ другой тѣмъ, что машинисты перенесли на нихъ пріемы управленія паровозами 1—3—о серіи Н, гдѣ они привыкли держать впуски между 0,5—0,6. И дѣйствительно, какъ только во всѣхъ дежурныхъ были вывѣшены Ташкентскія правила управленія этими паровозами, они *при тѣхъ же форсункахъ* перестали нуждаться въ парѣ и стали даже дѣлать значительные нагоны съ наиболѣе скорыми поѣздами. Въ виду такихъ результатовъ, Николаевская ж. д. возбудила ходатайство объ оставленіи ихъ у себя, но Управленіе Ж. Д. нашло, что аргументы Ташкентской дороги въ пользу ихъ передачи туда не поколеблены, и настояло на этой передачѣ.

Такимъ образомъ, мы видимъ, что наличіе надежныхъ опытныхъ данныхъ о силѣ тяги и о зависимости между z и y для каждаго типа паровоза есть необходимое условіе правильной организаціи дѣла перевозокъ. Поэтому я считаю себя въ правѣ утверждать,

что *производство такихъ опытовъ является одной изъ насущнѣйшихъ потребностей русскихъ желѣзныхъ дорогъ и въ то же время однимъ изъ наиболѣе выгодныхъ коммерческихъ предпріятій*, ибо, затрачивая на нихъ десятки тысячъ, помощью ихъ мы сберегаемъ милліоны.

Въ самомъ дѣлѣ, испытаніе каждаго типа паровоза обходится около 5000—6000 рублей. Поэтому, если такихъ паровозовъ имѣется всего 100, на каждый изъ нихъ приходится 50—60 рублей. Считая, далѣе, что втеченіи всей своей службы паровозъ въ среднемъ исполнитъ милліонъ поѣздоверстъ, то на 1000 поѣздоверстъ производство такихъ опытовъ ляжетъ расходомъ всего въ 5 к., при общей стоимости 1000 поѣздоверстъ отъ 800 до 1300 р. Когда же рѣчь идетъ о такомъ распространенномъ типѣ, какъ нормальный, то этотъ расходъ падаетъ даже до 0,05 копейки. А между тѣмъ 1% экономіи въ топливѣ даетъ на 1000 поѣздоверстъ отъ 1 рубля до 2 р. 50 к. сбереженія. Какъ будто бы игра стоитъ свѣчъ.

Наивыгоднѣйшая форсировка котла.

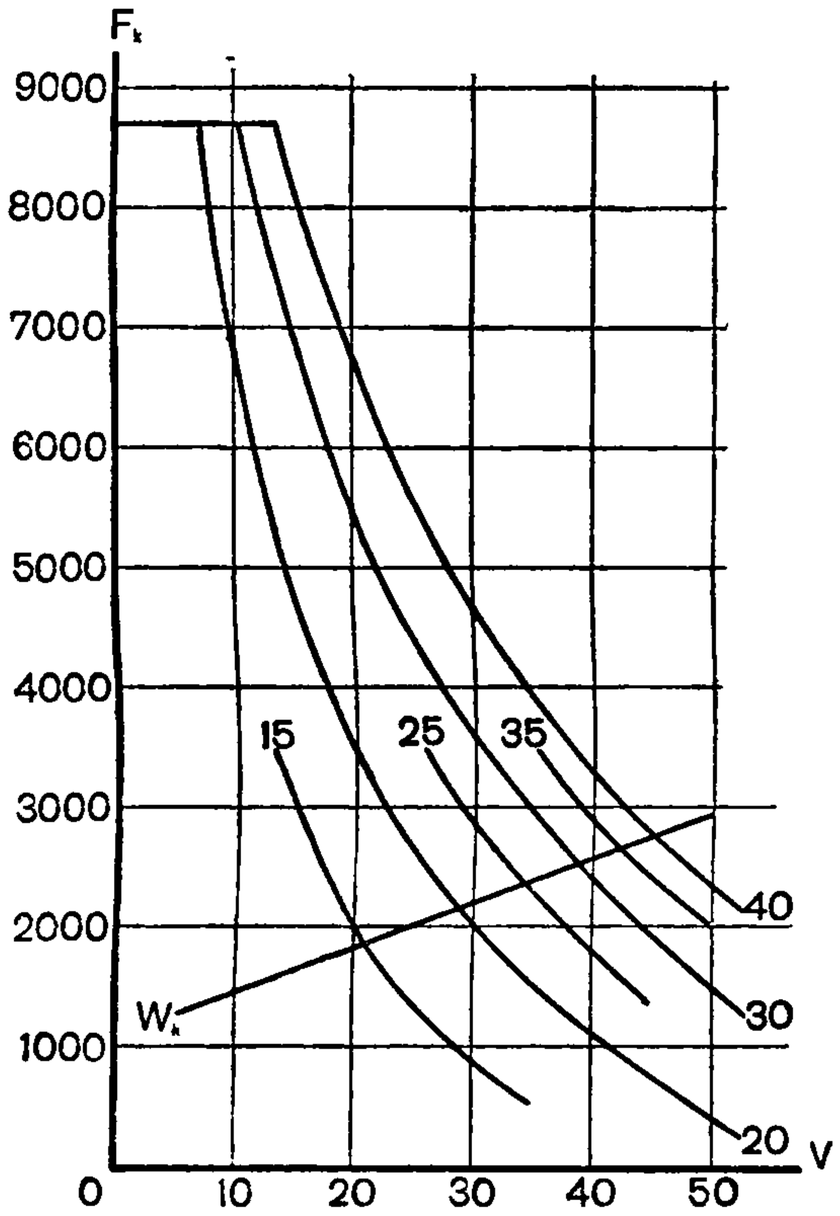
На любомъ подъемѣ, какъ показываетъ черт. 13, паровозъ можетъ везти поѣздъ даннаго вѣса съ разными скоростями въ зависимости отъ того числа килограммъ пара, которое мы будемъ снимать въ часъ съ одного кв. метра поверхности нагрѣва, т. е. въ зависимости отъ того, насколько мы будемъ форсировать котелъ. Съ другой стороны, чѣмъ сильнѣе мы будемъ напрягать котелъ, тѣмъ, согласно зависимости

$$z = \varphi(y),$$

изображенной на черт. 13, мы будемъ больше сжигать топлива въ часъ. Согласно формулѣ

$$a + \vartheta = \frac{Z}{I} + \\ + \left(1 + \frac{a}{\lambda}\right)\frac{1}{Q}\left[Y' + \frac{h + cy_x}{V_x} + (h + cy_0)\,\vartheta\right] + \\ + \frac{1}{\lambda p_0}\left(X' + \frac{h_m'}{V_x} + h_m\vartheta + h_m\theta\right) \ldots\ldots \text{III б}$$

увеличеніе ходовой скорости V_x безусловно



Черт. 13.

выгодно, а увеличеніе y_x, наоборотъ, невыгодно. Поэтому естественно возникаетъ вопросъ,

нѣтъ ли такой степени форсировки z_k, которая обратитъ величину себестоимости въ minimum, т. е. которая является наивыгоднѣйшей. Этимъ вопросомъ мы сейчасъ и займемся.

Такъ какъ величина z изъ числа всѣхъ величинъ, входящихъ въ формулу, вліяетъ только на V_x и y_x, то очевидно, что minimum $(a+э)$ будетъ имѣть мѣсто тогда, когда

$$\left(1+\frac{a}{\lambda}\right)\frac{1}{Q}\frac{h+cy_x}{V_x}+\frac{h_m}{\lambda p_0 V_x}=min.$$

Надо имѣть, однако, въ виду, что второй членъ этой суммы составляетъ лишь 2—3% отъ нея, и потому съ достаточной для практики точностью *min.* $(a+э)$ можно опредѣлять по минимуму перваго ея члена, т. е. изъ условія

$$\frac{h+cy_x}{V_x}=min. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 46$$

Въ этомъ выраженіи h не зависитъ отъ степени форсировки котла z, а V_x и y_x растутъ вмѣстѣ съ ней. Поэтому очевидно, что чѣмъ больше h относительно cy_x, тѣмъ сильнѣе слѣдуетъ форсировать котелъ. Иными словами, болѣе дорогіе паровозы слѣдуетъ форсировать сильнѣе дешевыхъ, ибо амортизація паровоза составляетъ одно изъ глав-

нѣйшихъ слагаемыхъ величины h. Съ другой стороны чѣмъ дороже топливо, т. е. чѣмъ больше c, тѣмъ менѣе, повидимому, слѣдуетъ напрягать работу котла. Здѣсь мы подходимъ къ парадоксальному на первый взглядъ выводу, что съ измѣненіемъ цѣны топлива нужно мѣнять росписаніе движенія поѣздовъ. Однако это логическое слѣдствіе изъ нашего желанія имѣть наименьшую себестоимость и наличія такого z, которое обращаетъ эту себестоимость въ минимумъ. Первая посылка въ этомъ заключеніи безспорна, и если самъ выводъ представляется сомнительнымъ, то это всецѣло относится ко второй посылкѣ, т. е. факту существованія такого z, которое даетъ

$$\frac{h + cy_x}{V_x} = min.$$

Чтобы убѣдиться въ наличіи такого z и тѣмъ самымъ въ вѣрности нашихъ предыдущихъ соображеній, разсмотримъ законы измѣненія величины

$$\frac{h + cy_x}{V_x}$$

для нѣсколькихъ частныхъ случаевъ.

Возьмемъ для примѣра нормальный паровозъ, отапливаемый среднимъ донецкимъ углемъ (Прохоровскимъ), и такой участокъ, для котораго $h = 2500$ и наибольшій $i_k = 10^0/_0$. Что же касается профиля и цѣны топлива, то мы нашу задачу рѣшимъ въ четырехъ предположеніяхъ:

1) профиль сплошь представляетъ изъ себя площадку. Цѣна угля 7 коп. за пудъ;

2) профиль такой же, но цѣна угля 20 к.

3) профиль сплошь состоитъ изъ предѣльныхъ подъемовъ и спусковъ, цѣна угля 7 коп.

4) профиль такой же, но цѣна угля 20 к.

Прежде всего намъ нужно для этихъ четырехъ случаевъ разыскать V_x и y_x. Что касается первой, то для случаевъ 1-го и 2-го она равна скорости на площадкѣ. Но скорость эта будетъ различна для разныхъ составовъ и разныхъ z. Чтобы не усложнять нашу задачу, предположимъ, что по разсматриваемому участку въ обоихъ направленіяхъ идутъ поѣзда предѣльнаго вѣса, т. е. вѣса

$$Q = \frac{8700}{2 + 10} - 100 = 620$$

тоннъ или 38000 пудовъ. Въ этой формулѣ 8700 есть наибольшая сила тяги нормальнаго паровоза по сцѣпленію (см. черт. 13), 2 удѣльное сопротивленіе при скоростяхъ 8—15

верстъ въ часъ—10 виртуальный подъемъ, а 100 вѣсъ паровоза съ восьмиколеснымъ тендеромъ. Опредѣляя теперь сопротивленіе поѣзда этого вѣса на площадкѣ по формулѣ Балдвина

$$w_0 = (L + Q)\left(1{,}5 + \frac{V}{20}\right),$$

и нанося эту прямую на черт. 13, гдѣ приведены кривыя

$$F = \varphi_к(V)$$

для разныхъ z, мы по точкамъ пересѣченія этихъ кривыхъ найдемъ скорости V_0, соотвѣтствующія равномѣрному движенію поѣзда вѣсомъ 38000 пудовъ по площадкѣ при разныхъ z. Скорости эти, для $z = 20$ и 30, приведены въ таб. XXXII. Дѣйствительныя ходовыя скорости будутъ нѣсколько меньше вслѣдствіе потерь времени на подходы къ станціямъ и мѣстамъ огражденнымъ „предупрежденіями“, а также на разгонъ послѣ нихъ. Въ среднемъ для русскихъ условій можно считать, что потери эти составляютъ около часа на сто верстъ пробѣга, откуда въ нашемъ случаѣ

$$V_x = \frac{1}{\frac{1}{V_0} + 0{,}01}.$$

Значенія V_x, подсчитанныя по этой формулѣ, тоже приведены въ таб. XXXII.

Таблица XXXII.

z	Случаи 1 и 2		Случаи 3 и 4	
	V_0	V_x	V_0	V_x
20	29	23	8	10½
30	39	28	10½	13½

Для того же, чтобы опредѣлить ходовыя скорости въ 3 и 4 случаѣ, мы прежде всего должны задаться скоростями движенія по уклонамъ, опредѣляемыми числомъ и силою тормазовъ, а также отношеніемъ между длиной уклоновъ и подъемомъ. Примемъ скорость на уклонахъ 30 верстъ въ часъ, а отношеніе подъемовъ и уклоновъ къ общему протяженію участка равнымъ ½. Тогда формула ходовой скорости получитъ у насъ видъ

$$V_x = \frac{s}{\frac{1}{2}\left(\frac{s}{V_e} + \frac{s}{30}\right) + 0{,}01} = \frac{1}{\frac{1}{2V_e} + \frac{1}{60} + 0{,}01},$$

гдѣ s длина участка, а V_e скорость на предѣльномъ подъемѣ. Величина этой послѣдней для наибольшаго возможнаго состава най-

дется изъ черт. 13, какъ та наибольшая скорость, при которой по котлу возможна сила тяги 8700 kgr., опредѣляемая сцѣпленіемъ, иными словами, которая соотвѣтствуетъ точкѣ пересѣченія горизонтальной прямой

$$F = 8700$$

съ кривыми

$$F = \varphi_k(V)$$

для разныхъ z. Скорости эти, а также и подсчитанныя по нимъ значенія V_x для 3 и 4 случая приведены въ таб. XXXII.

Переходимъ теперь къ опредѣленію значеній y_x для разныхъ z при четырехъ нашихъ основныхъ предположеніяхъ. Что касается первыхъ двухъ изъ нихъ, то намъ для любого z значеніе y_x находится непосредственно изъ черт. 12. Иное дѣло при волнистомъ профилѣ. Тамъ на уклонахъ паровозъ катится безъ пара и на его отопленіе тратится всего $y \simeq 10$ kgr. угля. Поэтому въ этомъ случаѣ

$$y_x = \frac{yt + y_0 t_0}{t + t_0},$$

гдѣ

$$t = \frac{s}{zV_e}$$

есть время движенія по подъемамъ, а

$$t_0 = \frac{s}{2 \cdot 30}$$

по уклонамъ; иначе говоря

$$y_x = V_x \left(\frac{y}{zV_e} + \frac{y_0}{60} \right).$$

Пользуясь этой формулой, и подсчитаны значенія y_x въ таблицѣ XXXIII.

Таблица XXXIII.

z	y	y_x
20	228	165
30	405	260

Имѣя такимъ образомъ для всѣхъ нашихъ 4 случаевъ значенія y_x и V_x и принимая въ формулѣ

$$c = \frac{c'(1+\beta)}{0{,}164} G$$

$\beta = 0{,}1$, т. е. считая для 1 и 3 случаевъ

$$c = 8,$$

а для 2 и 4

$$c = 24,$$

мы можемъ подсчитать соотвѣтственныя значенія величины

$$\frac{h+cy_x}{V_x},$$

что и исполнено въ таб. XXXIV.

Таблица XXXIV.

Случай	1	2	3	4
$z=20$	191	353	368	621
$z=30$	204	434	342	652

На чертежѣ же 14 подсчитанныя такимъ образомъ значенія

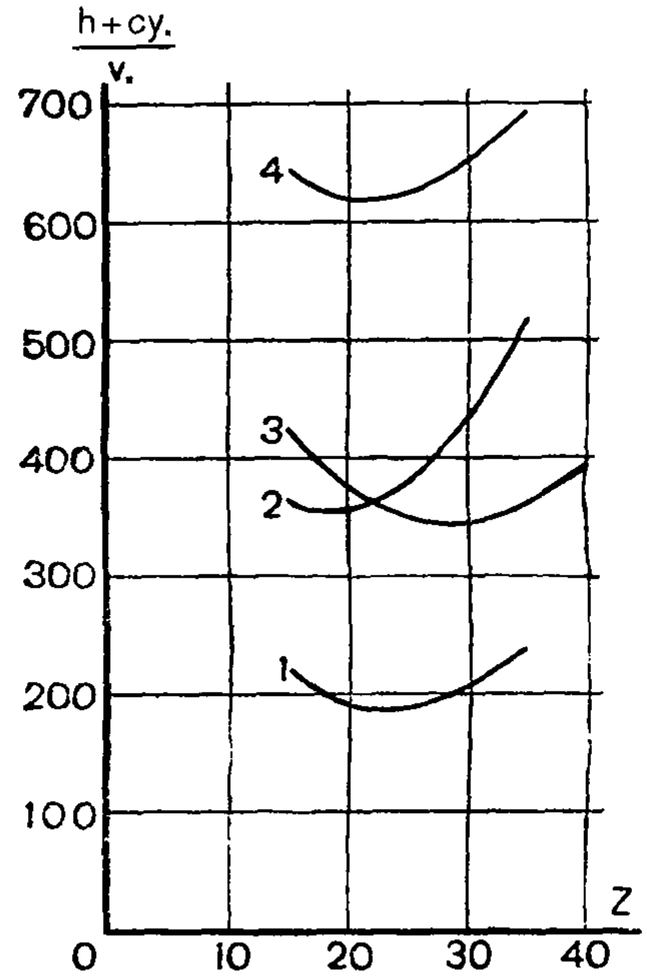
$$\frac{h+cy_x}{V_x}$$

нанесены въ видѣ точекъ, и по нимъ прочерчены главныя кривыя

$$\frac{h+cy_x}{V_x}=f(z).$$

Всѣ эти кривыя имѣютъ ясно выраженный минимумъ, иными словами, дѣйствительно, всегда существуетъ такая форсировка котла, которая даетъ наименьшую себестоимость милліона пудоверстъ.

При нормальныхъ условіяхъ работы дороги этого наивыгоднѣйшаго значенія z и надлежитъ придерживаться. Если же пропуск-



Черт. 14.

ная способность дороги настолько уже использована, что при наивыгоднѣйшемъ z на графикъ нельзя уложить требуемое число паръ поѣздовъ, то приходится рѣшать во-

просъ, что выгоднѣе: поднять ли путемъ большей форсировки котла ходовыя скорости или усиливать пропускную способность дороги. Сдѣлать это послѣ сказаннаго не трудно, надо только съ одной стороны составить смѣту необходимыхъ работъ и взять отъ нея $4^0/_0$, а съ другой опредѣлить разницу между значеніями

$$\frac{h + cy_x}{V_x}$$

при наивыгоднѣйшемъ и требуемомъ пропускной способностью значеніемъ z и эту разность помножить на соотвѣтственное число поѣздоверстъ.

Въ заключеніе нельзя не отмѣтить, что очертаніе кривыхъ черт. 14 вполнѣ подтверждаетъ наше предположеніе о необходимости тѣмъ слабѣе форсировать котелъ, чѣмъ дороже топливо. Кромѣ того, тѣ же кривыя показываютъ намъ, что нѣкоторое колебаніе z около наивыгоднѣйшаго сравнительно мало отражается на величинѣ себестоимости.

Послѣдній выводъ невольно подымаетъ вопросъ, отражается ли вообще тотъ или иной выборъ z на финансовыхъ результатахъ эксплуатаціи. Отвѣтомъ на этотъ вопросъ до извѣстной степени является кривая 2

черт. 14, довольно близко подходящаго къ условіямъ Николаевской ж. д. Она показываетъ, что при цѣнѣ угля около 20 коп. Николаевская дорога переплачиваетъ за принятое ею разсчетное $z=25$ около 30 руб. на 1000 товарныхъ поѣздоверстъ, что составляетъ въ годъ, при $\Sigma ns \cong 6000$, около 180000 руб.

Такой перерасходъ не окупается, конечно, тѣмъ, что примѣрно половина блокпостовъ стоитъ бездѣйствующими. Составы же, какъ мы видѣли, и при этомъ z приходится возить неполными.

Значенія себестоимости на разныхъ дорогахъ.

Въ таб. XXX были уже приведены результаты обработки отчетовъ за 1911 г. по принятой нами схемѣ въ видѣ численныхъ значеній величинъ X, Y и Z, входящихъ въ формулу

$$a + э = \frac{Z}{l} + \frac{Y}{P} + \frac{X}{p} \quad . \quad . \quad . \quad \text{III}$$

для разныхъ дорогъ. Естественно, конечно, желаніе продолжить эту обработку до конца и опредѣлить для всѣхъ дорогъ величину себестоимости милліона пудоверстъ. Это съ одной стороны служило бы извѣстной провѣркой нашихъ предыдущихъ разсужденій о численныхъ значеніяхъ этой величины, а во вторыхъ могло бы дать извѣстный матеріалъ для примѣненія нашихъ формулъ къ рѣшенію нѣкоторыхъ реальныхъ задачъ повседневной практики. Опредѣленіемъ этихъ цифръ я и предполагаю закончить настоящую книгу.

Съ цѣлью придать нашимъ вычисленіямъ себестоимости большую достовѣрность, всѣ они были произведены дважды и при томъ различными способами. Во первыхъ, по формулѣ

$$a + э = \frac{\gamma C}{\Sigma Ps} + \frac{Э}{\Sigma Ps},$$

а во вторыхъ, по формулѣ

$$a + э = \frac{Z}{l} + \frac{Y}{P} + \frac{X}{p}$$

беря данныя о Z, Y и X изъ таблицъ и значенія l, P и p изъ отчетовъ.

Въ томъ и другомъ случаѣ намъ приходится столкнуться съ двумя основными затрудненіями, выйти изъ которыхъ можно путемъ только компромисса въ видѣ извѣстной условности разсчета. Во первыхъ, такъ какъ многіе очередные №№ нашихъ отчетовъ обнимаютъ расходы и по пассажирскому, и по товарному движенію, то раздѣлить издержки по первому и второму невозможно. Поэтому приходится пассажирское движеніе условно переводить въ товарное, считая 1 пассажироверсту эквивалентной нѣкоторому условному числу пудоверстъ. Это условное число нами принято, по примѣру другихъ изслѣдователей, равнымъ 60. Во вторыхъ, подсчитать, особенно

для казенныхъ дорогъ, точное значеніе коэффиціентовъ аммортизаціи не представляется возможнымъ. Поэтому его тоже условно пришлось принять для всей сѣти одинаковымъ. Именно нами принято для погашенія желѣзнодорожныхъ сооруженій $\gamma = 004$ и для погашенія подвижного состава $\gamma = 0{,}075$.

При этихъ двухъ допущеніяхъ изъ отчетовъ легко получить всѣ требуемыя намъ данныя. Въ самомъ дѣлѣ, опредѣливъ по указанному выше эквиваленту величину ΣPs и беря изъ отчетовъ протяженіе дороги s и пробѣги Σns и ΣNs, мы найдемъ

$$l = \frac{\Sigma Ps}{s},$$

$$P = \frac{\Sigma Ps}{\Sigma ns},$$

$$p = \frac{\Sigma Ps}{\Sigma Ns}$$

и густоту движенія

$$r = \frac{\Sigma ns}{s}.$$

Величины же C и $Э$ даются въ отчетахъ непосредственно.

Значенія всѣхъ этихъ величинъ для 1911 г. даны въ таблицѣ XXXV.

Таблица XXXV. 1911.

ДОРОГА	Протяженіе s	Пробѣги			Измѣрители				Расходы въ 10^6 руб.	
		ΣPs	Σns	ΣNs	r	I	P	p	γC	$Э$
Александровская	1024	90056	8589	455	23,0	87,0	10,5	198	7,91	13,03
Екатерининская	2814	394676	21040	1381	20,5	140,0	18,8	286	21,74	35.98
Закавказскія	1710	108204	9780	523	15,7	63,3	11,0	207	14,16	21,09
Либаво-Роменская . . .	1272	124115	8300	528	17.9	97.6	15,0	236	7,31	12,16
М. Курская и Нижегород.	1130	159422	12259	750	33,1	141,0	13.0	212	14.54	20,84
Николаевская	1512	198470	14568	907	26.4	131,1	13,6	219	20.53	27,80
Пермская	2479	129934	11157	562	12,3	52.4	11,6	231	10,28	14.38
Полѣсскія	1877	134851	8500	468	12.4	71,8	15,9	286	6,66	12,30
Привислинскія	2275	219815	16204	882	19.5	96,5	13,5	250	12.62	25,70
Риго-Орловская	1460	131905	10217	632	19,2	90,4	12,9	209	11,00	15,24
Сызрано-Вяземская . . .	1308	85895	8999	430	18,5	65,5	9,5	199	7,95	13,72
Самаро-Златоустовская .	1227	156700	11449	690	25,3	128,0	13,7	238	8,12	17,80
Сѣверныя	2153	128281	10860	626	13,8	59,6	11,8	205	9,01	17,59
Сѣверо-Западныя	2546	176203	19461	965	20,9	69.1	9,1	183	18,73	27.88
Юго-Западныя	3906	402364	29308	1653	20,5	103.0	13,7	243	24,58	45,65
Южныя	3063	382702	23663	1236	21.2	124,6	16,1	248	21.86	38,27
Общее или среднее для казенныхъ дорогъ Европейской Россіи	31640	3023599	224354	12988	19.4	95,4	3,5	232	216,99	359,45

Продолженіе табл. XXXV.

Забайкальская	1696	66019	7066	339	11,4	38,9	9.4	195	10,86	19,82
Сибирская	3145	301786	23724	1333	20,7	95,6	12,7	226	16,84	35,31
Средне-Азіатская	2362	112014	10084	557	11.7	47,4	11,2	201	8,81	17,63
Ташкентская	2090	149970	12835	803	16,8	71.7	11,7	187	8,62	19,72
Общее или среднее для казенныхъ дорогъ Азіатской Россіи.	9293	629789	53709	3032	16,0	67,8	11,7	207	45,13	92,48
Владикавказская	2345	264812	19781	1164	23,2	113.0	13,4	228	14,25	29.60
М. Винд.-Рыбинская П. с.	1257	78439	5478	363	11,6	62.3	14,3	216	5.98	8,22
„ „ М. „	1050	64024	4157	295	10,8	61,0	15,4	216	4.82	6.39
Московско-Казанская . .	2070	153742	11207	756	14,8	74,1	13.7	204	10,38	20,21
Моск.-Кіево-Воронежская	2478	180615	13967	813	15.4	72,8	12,9	222	11.36	22,26
Рязанско-Уральская . .	4118	215749	18688	1102	12,3	51,7	11,6	196	21,50	32,49
Юго-Восточныя	3252	262451	19069	1227	16,1	80,5	13,7	213	18,18	30,33
Общее или среднее для частныхъ ж.ж. д.д. . . .	16654	1219790	92347	5721	15,2	73,5	13,2	214	86,47	150,11
Общее или среднее для всей сѣти	57687	4875200	370410	21741	17,6	84,4	13,2	224	348,59	602,03

Пользуясь ими и данными таб. XXX легко уже подсчитать обоими указанными способами величину себестоимости $a + э$, что и исполнено въ таблицѣ XXXVI.

Сопоставляя между собой значенія a, $э$ и $a + э$, полученныя въ этой таблицѣ различными способами, приходится признать ихъ сходимость вполнѣ достаточной, особенно если принять во вниманіе, что всѣ вычисленія дѣлались по верхней шкалѣ логариѳмической линейки.

Переходя къ разсмотрѣнію приведенныхъ въ таб. XXXVI значеній себестоимости по существу, прежде всего надлежитъ отмѣтить то громадное значеніе этой величины (464), которое рѣзко выдѣляетъ Забайкальскую ж. д. изъ всей сѣти, причемъ это справедливо не только для всего

$$a + э = \frac{Z}{l} = \frac{Y}{P} + \frac{X}{p},$$

но и для каждаго изъ его слагаемыхъ въ отдѣльности. Одиноко стоятъ и Закавказскія ж. д. ($a + э = 325$), но все таки ихъ себестоимость много ниже, чѣмъ на Забайкальской ж. д. Во всякомъ случаѣ цифры эти показываютъ, что условія работы обѣихъ этихъ окраинныхъ дорогъ еще очень далеки отъ

Таблица XXXVI. 1911.

ДОРОГИ	$\frac{A}{\Sigma Ps}$	$\frac{Э}{\Sigma Ps}$	$a+э$	Аммортизація				Эксплуатація				Сумма			
				$\frac{Z_c}{I}$	$\frac{У_c}{P}$	$\frac{X_c}{p}$	a	$\frac{Z_э}{I}$	$\frac{У_э}{P}$	$\frac{X_э}{p}$	$Э$	$\frac{Z}{I}$	$\frac{У}{P}$	$\frac{X}{p}$	$a+э$
Александровская . .	88	145	233	63	13	12	88	61	69	14	144	124	82	26	232
Екатерининская . . .	55	91	146	34	10	11	55	37	45	9	91	71	55	20	146
Закавказскія	131	195	326	98	15	17	130	92	87	16	195	190	102	33	325
Либаво-Роменская . .	59	98	157	40	8	10	58	40	49	9	98	80	57	20	157
М. Курская и Нижегор.	91	131	222	65	10	16	91	48	67	15	130	113	76	31	220
Николаевская	104	140	244	80	10	14	104	52	72	16	140	132	82	30	244
Пермская	79	110	189	60	9	10	79	50	52	9	111	110	61	19	190
Полѣсскія	49	91	140	37	6	7	50	40	41	8	89	77	47	15	139
Привислинскія	58	117	175	41	8	9	58	48	60	10	118	89	68	19	176
Риго-Орловская . . .	83	115	198	60	9	13	82	45	58	13	116	106	67	26	199
Сызрано-Вяземская .	93	160	253	62	14	17	93	68	79	14	161	130	93	31	254
Самаро-Златоустовск.	52	113	165	32	10	10	52	43	59	11	113	75	69	21	165
Сѣверныя	70	137	207	50	10	10	70	54	70	14	138	104	80	24	208
Сѣверо-Западныя . .	106	158	264	83	11	13	107	59	80	19	158	142	91	32	265
Юго-Западныя	61	114	175	43	8	9	60	47	59	10	116	90	67	19	176
Южныя	57	100	157	39	8	11	58	37	51	11	99	76	60	22	158
Среднее для каз. жж. дд. Европ. Россіи . .	72	119	191	51	10	11	72	44	59	12	115	99	69	22	190
Забайкальская	164	300	464	118	25	22	165	152	119	31	302	270	143	54	467
Сибирская	56	117	173	32	13	10	55	53	53	11	117	85	66	21	172
Средне-Азіатская . .	79	157	236	58	11	10	79	171	72	12	155	128	83	22	233
Ташкентская	57	131	189	45	8	6	59	47	74	10	131	92	83	16	191
Среднее для каз. жж. дд. Азіатской Россіи	72	146	218	48	13	11	72	65	60	14	139	113	82	24	219
Владикавказская . . .	54	112	166	38	8	8	54	49	53	10	112	87	60	19	166
М. В.-Рыбинская СПБ. с.	77	105	182	58	8	10	76	51	44	10	105	109	52	20	181
„ „ Моск. „	75	101	176	59	7	9	75	51	41	9	101	110	48	18	176
Московско-Казанск. .	68	131	199	49	8	11	68	53	64	14	131	101	72	26	199
М. Кіево-Воронежская	63	123	186	49	6	8	63	53	60	10	123	102	66	17	185
Рязанско-Уральская .	99	150	249	78	9	13	99	72	66	13	151	149	75	26	250
Юго-Восточныя . . .	69	118	187	51	8	11	70	49	56	11	116	102	63	22	187
Среднее для частныхъ ж.ж. д.д.	71	123	194	53	9	12	75	53	57	9	121	106	66	23	195
Среднее для всей сѣти	72	123	195	51	10	11	72	51	59	12	122	103	69	23	195

нормальныхъ. Что же касается остальныхъ дорогъ, то на нихъ себестоимость колеблется въ предѣлахъ отъ 140 (Полѣсскія) до 265 (С. Зап.), т. е. въ предѣлахъ

$$\frac{265-140}{195}=\frac{125}{195}=64\%$$

отъ средняго.

Надо, однако, замѣтить, что колебанія эти не находятся, повидимому, въ опредѣленной зависимости отъ интенсивности движенія, какъ это предполагали нѣкоторые изслѣдователи. Это доказывается уже тѣмъ, что наименьшее значеніе $a+э=140$ падаетъ на Полѣсскія дороги, имѣющіе сравнительно небольшое движеніе. Съ другой стороны, было бы не менѣе ошибочно объяснять эти колебанія и степенью хозяйственности веденія дѣла на разныхъ дорогахъ. Дѣло въ томъ, что величина $a+э$ зависитъ не только отъ размѣровъ движенія и хозяйственности, но и еще отъ такихъ факторовъ, какъ техническія условія и доброкачественность постройки, равномѣрность движенія, цѣна топлива и его качество, стоимость рабочихъ рукъ и т. п. Для того, чтобы оцѣнить, насколько хозяйственно ведется дѣло на данной дорогѣ, недостаточно поэтому знать величину $a+э$, а

необходимо, кромѣ того, имѣть значенія всѣхъ постоянныхъ и перемѣнныхъ, которыя входятъ въ формулу

$$a+э=\frac{Z}{I}+$$
$$+\left(1+\frac{a}{\lambda}\right)\frac{I}{Q}\left[Y'+\frac{h+cy_x}{V_x}+(h+cy_0)\,\vartheta\right]+$$
$$+\frac{I}{\lambda p_0}\left(X'+\frac{h_m}{V_x}+h_m\vartheta+h_m\Theta\right)\ldots\ldots\text{ III б}$$

Вотъ почему мнѣ представляются безплодными модныя теперь попытки помощью значеній себестоимости рѣшить вопросъ о сравнительной хозяйственности частнаго и казеннаго желѣзнодорожнаго хозяйства. Таблица XXXVI, по моему мнѣнію, можетъ дать въ этомъ направленіи только одно указаніе, что между условіями частной и казенной эксплуатаціи у насъ сейчасъ нѣтъ серьезнаго различія.

Заключенія.

Мнѣ кажется, что собранныхъ въ этой книжкѣ примѣровъ и цифръ достаточно, чтобы убѣдить читателя, что ея названіе „Научныя проблемы эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ“ не только красивая фраза, но и цѣлый лозунгъ вполнѣ конкретнаго содержанія. Изъ нея видно, что, создавъ математическую формулу себестоимости милліона пудоверстъ полезнаго груза, мы можемъ предвидѣть результаты, которые принесетъ то или иное мѣропріятіе въ области организаціи перевозокъ, и разсчитывать ихъ выгодность такъ же точно, какъ мы разсчитываемъ прочность мостовъ и стропилъ.

Мнѣ могутъ возразить, что выведенная мною формула не вполнѣ точна, что при выводѣ ея сдѣланы нѣкоторыя допущенія. Это вѣрно, но во первыхъ, и гидравлика и сопротивленіе матеріаловъ тоже основаны на извѣстныхъ допущеніяхъ, а, во вторыхъ, я и не

бралъ на себя трудъ исчерпать этотъ вопросъ. Это не подъ силу одному человѣку; я хотѣлъ лишь выяснить его практическое значеніе и показать тотъ путь, по которому нужно идти для его разрѣшенія. Въ этомъ и состоитъ цѣль этой книги. Повторяю, я не брался въ ней давать готовые рецепты для рѣшенія всѣхъ задачъ, которыя можетъ выдвинуть практика, а хотѣлъ лишь указать тѣ научныя проблемы, которыя надо выяснить для того, чтобы рѣшеніе этихъ задачъ сдѣлалось *возможнымъ*; и именно въ этомъ направленіи я позволю *себѣ прорезюмировать ея содержаніе*.

Мы *видѣли*, что *величины*, входящія въ составъ формулы себестоимости пудоверсты, можно разбить на двѣ группы: къ первой относятся постоянныя, получаемыя статистическимъ путемъ, а ко второй перемѣнныя: составъ, скорость и расходъ топлива, связанныя между собой съ одной стороны уравненіемъ движенія поѣзда, а съ другой—выраженіемъ, характеризующимъ полезное дѣйствіе паровоза. Поэтому для того, чтобы имѣть возможность пользоваться формулой себестоимости, *необходимо наличіе двухъ* условій: во-первыхъ, чтобы нашей отчетности *были приданы такія формы, которыя давали*

бы непосредственно значенія нашихъ постоянныхъ, для чего прежде всего необходимо введеніе въ нее двухъ новыхъ измѣрителей—пудоверстъ брутто и паровозочасовъ; а во-вторыхъ, чтобы для каждаго типа паровоза были найдены изъ опыта надежныя опытныя данныя о его силѣ тяги и расходѣ топлива.

Поэтому я считаю, что въ области теоріи ж. д. хозяйства наиболѣе насущными и плодотворными задачами настоящаго момента является, во-первыхъ, переработка формъ отчетности или созданіе рядомъ съ оффиціальной статистикой своей, домашней, хозяйственной, а во-вторыхъ, производство научныхъ опытовъ надъ паровозами. Безъ этого *планомѣрное* улучшеніе организаціи перевозокъ, по моему, невозможно.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	Стр.
Цѣль этой книги	1
Погашеніе строительной стоимости	20
Опредѣленіе потребнаго числа паровозовъ	33
Опредѣленіе потребнаго числа вагоновъ	56
Эксплуатаціонные расходы по сл. движенія	61
Эксплуатаціонные расходы по сл. тяги	73
Общая величина издержекъ перевозки	120
Себестоимость милліона пудоверстъ	140
Средняя нагрузка вагона	152
Подъемная сила товарныхъ вагоновъ	159
Полногрузность товарныхъ поѣздовъ	163
Задержки по станціямъ	174
Наивыгоднѣйшій составъ товарныхъ поѣздовъ	182
Опыты надъ типами паровозовъ	190
Наивыгоднѣйшая форсировка котла	211
Значенія себестоимости на разныхъ дорогахъ	224
Заключенія	234