

КЪ ВОПРОСУ

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЛЁССА.

(Въ защиту эоловой гипотезы).

Съ I таблицей.

ТОМСКЪ.

Типо-лит. Сибирск. Г-ва Печатн. Дѣла, уг. Дворянск. ул. и Ямск. пер., с 1.

1911.

Къ вопросу о происхожденіи лесса

(Въ защиту эоловой гипотезы.)

В. А. ОБРУЧЕВА.

(Съ 1 таблицей.)

Старый вопросъ о происхожденіи лёсса, возбуждавшій столько споровъ во второй половинѣ минувшаго вѣка, лѣтъ десять тому назадъ казался уже совершенно разрѣшеннымъ въ смыслѣ благопріятномъ для эоловой гипотезы. Малочисленные сторонники наиболѣе старыхъ гипотезъ—морской и ледниково-аллювіальной—почти совершенно замолкли; послѣ уничтожающей критики П. А. Тутовскаго¹⁾ казалось, что и защитникамъ струевой гипотезы остается послѣдовать примѣру первыхъ и что всѣ эти гипотезы имѣютъ уже только историческій интересъ. Но въ послѣдніе годы опять послышались авторитетные голоса, не только отводящіе наиболѣе существенную роль въ процессѣ созиданія лёссовыхъ толщъ именно струйкамъ дождевой воды, но даже отрицающіе за эоловой гипотезой самое право на существованіе, отрицающіе ея значеніе не только для объясненія лёсса Россіи, но даже—*horribile dictu*—лёсса Азіи, т. е. страны, являющейся въ значительной мѣрѣ родиной этой гипотезы.

Въ русской литературѣ въ качествѣ особенно горячихъ защитниковъ струевой гипотезы выступили профессоръ П. Я. Армашевскій и А. П. Павловъ.

Первый изъ нихъ въ крупномъ трудѣ, посвященномъ геологіи Южной Россіи²⁾, описывая лёссъ, лёссовые суглинки и супески, называетъ эти породы *субаэрально-аллювіальными*, т. е. *намытыми*³⁾ подъ воздухомъ, въ отличіе отъ субаквально-аллювіальныхъ, отложенныхъ подъ водой. Критикуя эоловую гипотезу въ той формѣ, въ которой создалъ её Рихтгофенъ и изложилъ въ первомъ томѣ „China“, П. Я. Армашевскій правильно отмѣчаетъ нѣкоторые ея крупные недостатки, произвольныя и недоказанныя предположенія, которыя, по его мнѣнію, лучше всего обнаруживаютъ слабыя стороны гипотезы и дѣлаютъ ее *совершенно не-*

¹⁾ Землевѣденіе. 1899 г., Кн. I—II, стр. 213—311.

²⁾ Общая геологическая карта Россіи, листъ 46-ой (Полтава-Харьковъ-Обоянь). Тр. Геол. Комит. XV, № 1, СПб. 1903 г. стр. 222—246.

³⁾ Курсивъ въ ссылкахъ вездѣ мой.

состоятельной даже для объясненія лёсса Китая¹⁾; затѣмъ авторъ излагаетъ струевую гипотезу, защищаемую имъ уже съ 1881 г., и находитъ, что она совершенно удовлетворительно объясняетъ не только всѣ особенности лёсса, но и его распространеніе.

А. П. Павловъ въ 1903 г. напечаталъ статью „О туркестанскомъ и европейскомъ лёссѣ“²⁾, въ которой говоритъ (на стр. 5—6): „Не отрицая важной геологической роли, какую играетъ вѣтеръ въ этой скудно орошаемой и сильно нагрѣваемой лѣтнимъ солнцемъ странѣ, я долженъ замѣтить, что по отношенію къ видѣннымъ мною типамъ туркестанскаго лёсса вѣтеръ игралъ лишь второстепенную роль. *Не вѣтру, а водѣ обязанъ этотъ лёссъ своимъ могучимъ развитіемъ*, что нисколько не мѣшаетъ ему быть образованіемъ субаэральнымъ и не имѣть признаковъ осадка, отложившагося на днѣ какого-нибудь бассейна. Вода черезъ болѣе или менѣе длинныя промежутки *заилляла поверхность стрины*, сортировала и распредѣляла минеральныя частицы, смывала, перемѣщала и погребала въ иловатыхъ потокахъ и наплывахъ раковины наземныхъ моллюсковъ и кости павшихъ въ пустынь (? В. О.) млекопитающихъ и оставляла осадокъ съ ровною и гладкою поверхностью, на которой *кое-гдѣ выросли пучки тощей растительности*, способной переживать продолжительныя засухи. Такая поверхность, такая растительность не благопріятствуютъ задержанію атмосферной пыли, за исключеніемъ тѣхъ участковъ, которые долго остаются влажными и покрываются выцвѣтами гигроскопическихъ солей (такыры). Но эти участки, совершенно лишены растительности, не благопріятствуютъ образованію легкой пористой отъ истлѣвшихъ коренковъ породы. Это будетъ скорѣе плотная слоистая порода, а не эоловый лёссъ.

Процессъ образованія туркестанскаго лёсса по своимъ механическимъ условіямъ весьма близокъ къ процессу образованія делювіальныхъ отложений Европейской Россіи, но есть и существенныя отличія. Здѣсь работаютъ не однѣ струйки, сбѣгающія по пологому склону, но и по временамъ выбѣгающіе изъ долинъ значительные илистые потоки, порождаемые ливнями. Геологическія отложенія, накапливающіеся путемъ распространенія по равнинамъ минеральнаго матеріала, выносиваго временно изливающимися изъ горныхъ долинъ и растекающимися по равнинѣ потоками, заслуживаютъ обособленія въ особый генетическій типъ, для обозначенія котораго было бы удобно пользоваться терминомъ „отложенія пролювіальныя, пролювіи“.

Такимъ образомъ по А. П. Павлову туркестанскій лёссъ—это пролювіи.

Черезъ 6 лѣтъ, въ докладѣ, читанномъ на XII съѣздѣ Русскихъ естествоиспытателей и врачей въ концѣ 1909 г. въ Москвѣ, А. П. Павловъ

¹⁾ Лос. cit. стр. 231 и 235.

²⁾ Протоколы зазданій Имп. Моск. Общ. Исп. Природы.

указывать еще опредѣленнѣе, какъ образовался туркестанскій, южно-русскій и западно-европейскій лёссъ¹⁾: „Лёссъ знакомыхъ мнѣ мѣстностей Россіи нашелъ свое естественное мѣсто среди образованій *делювіальныхъ* и картина его образованія предстала передо мною въ совершенно иномъ освѣщеніи, чѣмъ то, въ какомъ она представлялась большинству европейскихъ геологовъ, проникшихся тогда идеями Рихтгофена. Поѣздка въ лёссовыя области Зап. Европы и особенно знакомство съ дунайскімъ лёссомъ близъ Вѣны и Кремса укрѣпили во мнѣ увѣренность въ примѣнимости моего объясненія и къ западно-европейскимъ лёссамъ. Мысль, вступивъ на этотъ путь, не могла не пойти дальше... *эоловое происхожденіе азіатскаго лёсса стало возбуждать во мнѣ сомнѣнія*“.

И далѣе: „поѣздка въ 1901 г. въ Туркестанъ помогла намѣтить еще одинъ генетическій типъ материковыхъ отложений—пролювій, къ которому были отнесены отложения, накаплиющіяся путемъ повторнаго распространенія *по пустыннымъ равнинамъ* минеральнаго матеріала, выносиваемаго изъ горныхъ долинъ временными, растекающимися по разннѣ потоками. Было подмѣчено, что *этимъ путемъ должны были образоваться огромныя массы туркестанскаго лёсса*“.

Далѣе авторъ приводитъ интересный примѣръ распада гранита горъ Ак-тау и превращенія его въ лёссъ, который мы разсмотримъ ниже; подробныя же цитаты приведены здѣсь для того, чтобы полнѣе передать взглядъ А. П. Павлова на туркестанскій лёссъ, какъ на пролювій пустынныхъ подгорныхъ равнинъ и сейчасъ же отвѣтить, что на *пустынныхъ подгорныхъ равнинахъ* дѣйствительно образуется пролювій, но съ лёссомъ этотъ пролювій не имѣетъ ничего общаго.

Въ иностранной литературѣ въ послѣдніе годы также возобновился споръ между сторонниками различныхъ взглядовъ на образованіе лёсса; появились даже новые защитники гипотезъ Кингемилля и Пёмпелли, давно уже опровергнутыхъ Рихтгофеномъ, предполагающихъ, что китайскій лёссъ—отложеніе морское или обширныхъ озеръ.

Въ настоящей статьѣ я не имѣю въ виду ни пересматривать всю огромную литературу о лёссѣ, ни излагать и опровергать гипотезы морскую, озерную и ледниково-аллювіальную; послѣ вышеуказаннаго труда П. А. Тутковскаго это кажется мнѣ совершенно излишнимъ. Я ограничусь разсмотрѣніемъ нѣкоторыхъ сторонъ вопроса, на которыя до сихъ поръ обращено мало вниманія, изложу въ общихъ чертахъ сущность эоловой гипотезы въ ея современномъ видѣ и исторію ея развитія начиная съ Рихтгофена и на рядѣ примѣровъ изъ различныхъ районовъ распространенія лёсса въ Азіи, большею частью изученныхъ мною

¹⁾ О древнѣйшихъ на землѣ пустыняхъ, стр. 8 и 11; Москва 1910.

лично, постараюсь показать несостоятельность струевой гипотезы и полную обоснованность эоловой.

Мнѣ кажется, что многія недоразумѣнія въ вновь разгорѣвшемся спорѣ были бы устранены, если бы противники эоловой гипотезы были хорошо знакомы съ этой гипотезой въ ея современномъ видѣ, формулированномъ, между прочимъ, мною, еще въ 1894 г., и если бы они строго разграничивали два вопроса: 1) о происхожденіи лёссовой пыли и 2) о мѣстѣ и способахъ ея отложенія и превращенія въ толщи лёсса. По этимъ вопросамъ многолѣтнія наблюденія въ различныхъ частяхъ Азии привели меня къ слѣдующему убѣжденію: 1) Лёссовая пыль въ громадномъ большинствѣ случаевъ и въ громадной массѣ своей есть продуктъ процессовъ вывѣтриванія и развѣванія въ пустыняхъ, безразлично жаркихъ или холодныхъ, каменистыхъ, глинистыхъ или песчаныхъ, большихъ или малыхъ, совершенно безплодныхъ и голыхъ или, подобно многимъ сухимъ степямъ, покрытыхъ сравнительно скудной и рѣдкой растительностью, не защищающей почву въ достаточной степени отъ воздѣйствія вѣтра; отъ величины и характера пустыни будетъ зависетьъ только количество производимой ею лёссовой пыли, а отъ петрографическаго состава ея почвы—составъ этой пыли. 2) Мѣсто и способъ отложенія этой пыли могутъ быть разнообразны въ зависимости отъ климата, рельефа, гидрографіи, растительнаго покрова и т. п. Наряду съ лёссомъ, въ отложеніи котораго вѣтеръ играетъ первенствующую роль, можно встрѣтить и лёссъ, частицы котораго принесены вѣтромъ, но отложены при болѣе или менѣе существенномъ участіи воды.

Но гипотеза струевая или пролювіальная въ томъ видѣ, какъ ее понимаютъ П. Я. Армашевскій и А. П. Павловъ, сама по себѣ не можетъ объяснить образованіе лёсса и является только помощницей эоловой гипотезы, при чемъ роль ея въ сравненіи съ послѣдней въ большинствѣ случаевъ весьма ограничена.

Основная идея струевой гипотезы впервые высказана Фольгеромъ, объяснявшимъ ею образованіе рейнскаго лёсса¹⁾; основная идея эоловой гипотезы указана Villers d'Aoust въ 1857 г., объяснявшимъ ею толщи мексиканскаго лёсса въ 60—100 м. мощности²⁾; но обѣ гипотезы разработаны подробнѣе Рихтгофеномъ въ первомъ томѣ его „China“, появившимся въ 1877 г., хотя почти все существенное изложено имъ еще въ письмахъ о путешествіи, печатавшихся въ Шанхаѣ въ 1870—72 гг.³⁾

Рихтгофенъ признавалъ за струйками дождевой воды весьма существенную роль въ процессѣ созданія лёссовыхъ толщъ, какъ видно изъ

¹⁾ Исторія земли. Пер. Шульгина, 1868, стр. 231—234 (цитирую по П. Армашевскому loc. cit. 235)

²⁾ Указаніе П. Тутковскаго, loc. cit. стр. 242.

³⁾ Baron Richthofen's Letters 1870—72, Shanghai. III Report on the provinces of Honan and Schansi, pp. 23—25. VIII Letter on Chili, Mongolia and Schansi, pp. 94—88.

слѣдующихъ его разсужденій: „Остается еще найти тѣхъ агентовъ, которые доставили матеріаль для постепеннаго повышенія почвы. Даже поверхностное разсмотрѣніе приводитъ къ тремъ различнымъ родамъ таковыхъ. Первый—это дождевая вода, которая стекала съ болѣе высшихъ частей къ болѣе низкимъ и смывала твердыя составныя частицы, освободившіяся при разрушеніи породъ сосѣднихъ горъ. Второй—это вѣтеръ и т. д. ¹⁾).

Далѣе онъ еще дополняетъ сказанное: „Въ то время, какъ при отложеніи лёссовой пыли одна часть ея падаетъ на заросшую почву, задерживается растительностью и повышаетъ поверхность, другая часть отлагается на такихъ мѣстахъ, гдѣ ее смываетъ слѣдующій дождь и или также распредѣляетъ по степи или сноситъ при посредствѣ ручьевъ въ соленыя озера“ ²⁾).

Наконецъ, на стр. 100 находимъ наиболѣе полную картину работы дождевой воды: „Я уже пытался обрисовать основныя черты дѣятельности воды и указывалъ на то, что наряду съ дѣятельностью воды, текущей въ руслахъ, дѣятельность воды споласкивающей (*spülendes*) въ бассейнахъ, лишенныхъ стока, играетъ *особенно важную роль* ³⁾). Дождь снимаетъ съ утесовъ то, что вѣтеръ оставилъ и заполняетъ имъ маленькія неровности, такъ что повсюду на ихъ мѣстѣ образуются наклонныя поверхности, по которымъ матеріаль затѣмъ передвигается внизъ (*hinabgeschoben wird*). Обыкновенно ниспадающей воды недостаточно, чтобы насытить почву: поэтому только небольшая часть пыли приносится въ ручьи и ея (воды) вліяніе существенно чисто мѣстное. Но какъ ни медленно передвигается внизъ матеріаль, эти малыя количества даютъ въ теченіе продолжительнаго времени большіе результаты. Строеніе лёсса указываетъ на то, что періодически имѣютъ мѣсто болѣе сильныя атмосферныя осадки, или таковыми характеризуется цѣлый промежутокъ времени. Только этимъ можетъ быть обусловлено, что кучи горнаго щебня, скопляющіеся постепенно у подножія склоновъ, разносятся по наклону степи, мѣстами вдоль всей окраины горъ и часто на разстояніе нѣсколькихъ тысячъ шаговъ отъ нея, а еще далѣе, по направленію къ центру на поверхности создаются видоизмѣненныя условія, которыя въ позднѣйшія времена имѣютъ слѣдствіемъ наростаніе мергельныхъ клубней вдоль этихъ поверхностей, какъ мы видѣли это въ лёссовыхъ котловинахъ. За каждымъ подобнымъ періодомъ усиленнаго передвиженія слѣдуетъ опять правильный ростъ лёсса, обозначающій возвратъ болѣе сухого климата“.

1) China, Bd. I, s. 78. Я стараюсь переводить текстъ Рихтгофена буквально, чтобы нисколько не отступать отъ подлинника; было бы гораздо легче изложить тѣ же мысли короче и яснѣе въ другихъ выраженіяхъ.

2) China, Bd., 1, s. 98.

3) Курсивъ мой.

Мнѣ кажется, что этихъ цитатъ достаточно, чтобы показать, что существование струевой гипотезы дана уже Рихтгофеномъ; современные защитники этой гипотезы повторяютъ часть разсужденій Рихтгофена, отрицая только роль вѣтра.

Процессъ заполнения толщами лёсса степныхъ котловинъ, лишенныхъ стока, Рихтгофенъ разсматриваетъ подробно на стр. 85—104, главы III China и иллюстрируетъ фиг. 11 на стр. 104, фиг. 4 на стр. 65 и фиг. 14 на стр. 121. Резюмируя разсѣянное на рядѣ страницъ, можно нарисовать слѣдующую картину накопленія лёсса по Рихтгофену:

Благодаря сухому климату при преобладаніи физическаго вывѣтриванія и интенсивной дѣятельности вѣтра, продукты разрушенія горныхъ породъ, слагающихъ кряжи и гряды холмовъ, сносятся съ высотъ и постепенно накапливаются въ долинахъ и котловинахъ въ видѣ рѣчного и озернаго слоистаго лёсса на днѣ и неслоистаго типичнаго лёсса на склонахъ. Благодаря отсутствію стока водъ въ этихъ замкнутыхъ впадинахъ накопленіе золотой пыли въ теченіе продолжительнаго времени создаетъ значительныя толщи, дно впадинъ постепенно повышается, высота кряжей и холмовъ понижается и абсолютно, вслѣдствіе разрушенія коренныхъ породъ и сноса материала, и относительно; вслѣдствіе повышения dna засыпаемыхъ впадинъ. Въ концѣ концовъ этотъ процессъ приводитъ къ типичному ландшафту центральныхъ областей—широкія котловины съ пологими склонами, постепенно поднимающимися къ мягкимъ, сглаженнымъ водораздѣламъ, на которыхъ только изрѣдка можно встрѣтить разрушенные выходы коренныхъ породъ.

Рихтгофенъ пробовалъ опредѣлить мощность толщи, заполняющей впадину въ бассейнѣ оз. Ангули-норъ въ Ю. В. Монголіи, на основаніи современной разницы высотъ и уклона, и получилъ цифру свыше 1000 фут. (фиг. 11 и стр. 104); онъ полагаетъ, что для другихъ, вытянутыхъ въ длину котловинъ той же мѣстности величины были бы еще больше, а для обширныхъ впадинъ Зап. Тибета, Куку-нора и Хан-хая—тѣмъ болѣе.

О распространеніи лёсса въ Центр. Азіи Рихтгофенъ высказывается такъ (стр. 85): „Лѣссовыя котловины сѣвернаго Китая показали намъ внутреннее строеніе заполненій степныхъ впадинъ Центр. Азіи... Аналогія съ современными степями, лишенными стока, пока распространяется съ увѣренностью только на окраины областей, сосѣднихъ съ лѣссовыми странами. Но съ одной стороны сходство конечнаго результата во всѣхъ частяхъ Центр. Азіи оправдываетъ выводъ о сходствѣ процессовъ, которые его создали; съ другой стороны изложеніе слѣдующей главы покажетъ, что образованія, соответствующія лёссу Китая, распространены вокругъ границъ Центр. Азіи. Поэтому мы можемъ допустить, что, за исключеніемъ морскихъ отложеній Хан-хая, подъ всеми степными впадинами лежатъ накопленія лѣссовидныхъ образованій, кото-

рыя смѣшаны съ грубымъ щебнемъ, какъ у дна, гдѣ они покрываютъ коренныя породы, такъ и на склонахъ впадинъ, заполняемыхъ ими. *Если бы они отсутствовали, то была бы обнажена горная страна съ самыми разнообразными высотами и формами, занимая всю Центр. Азію, совершенно такъ же, какъ если бы сѣверный Китай былъ лишень своихъ лёссовыхъ толщъ* ¹⁾.

Въ дополненіе къ этимъ словамъ на картѣ (табл. 2, стр. 150) почти вся Центр. Азія закрашена свѣтло-желтымъ цвѣтомъ „областей отложеній центральныхъ соленыхъ степей“, за исключеніемъ нѣсколькихъ узкихъ полосокъ въ Восточн. Монголіи и болѣе широкой площади по низовьямъ Тарима, соотвѣтствующихъ наиболѣе глубокимъ впадинамъ, въ которыхъ по Рихтгофену долѣе всего должны были сохраниться остатки моря послѣ отступленія Хан-хая. Границы послѣдняго въ его максимальномъ развитіи на этой картѣ захватываютъ значительныя пространства „степной области“, указывая, что, по мнѣнію Рихтгофена, освободившееся отъ воды дно этого моря, за исключеніемъ отмѣченныхъ выше наиболѣе глубокихъ впадинъ, также превратилось въ лёссовыя котловины; точки песчаной пустыни и галечной степи нанесены мѣстами поверхъ желтой краски лёсса. Въ текстѣ главы IV можно найти не мало указаній, что Рихтгофень дѣйствительно представлялъ себѣ почти всю Центр. Азію покрытой лёссомъ, а на стр. 110—111 сказано, что процессы заполнения впадинъ толщами лёсса начались на окраинахъ Ханъ-хая и въ его предѣлахъ значительно позже и достигли поэтому незначительнаго развитія, распространяясь отъ краевъ къ срединѣ, гдѣ мѣстами еще сохранился характеръ стараго морского дна.

Сущность эоловой гипотезы по Рихтгофену можно резюмировать такъ: лёссъ есть продуктъ процессовъ вывѣтриванія въ центральныхъ областяхъ материковъ, лишенныхъ стока водъ въ океанъ и обладающихъ сухимъ климатомъ; эоловая пыль сдувается вѣтрами и смывается дождями со всѣхъ высотъ, постепенно накопляясь и заполняя впадины; современная Центр. Азія почти вся занята такими впадинами, болѣе или менѣе заполненными лёссомъ; лёссъ сѣв. Китая образовался подобнымъ же образомъ въ то время, когда эта часть Азіи была присоединена къ центральной области; при восоединеніи съ периферической областью начался размывъ лёссовыхъ толщъ и строеніе почвы степныхъ впадинъ обнаружилось.

Послѣ перваго же моего знакомства съ Восточной Монголіей и Сѣв. Китаемъ въ началѣ путешествія 1892—94 гг., я уже высказалъ сомнѣніе въ правильности взглядовъ Рихтгофена на вторую сторону вопроса о лёссѣ—именно на мѣсто и способъ его отложенія ²⁾. Неправильность

1) Курсивъ мой.

2) Краткій геологическій очеркъ караваннаго пути отъ Кяхты до Калгана. Изв. И. Р. Геогр. Общ. т. XXIX, 1882 г., стр. 375—388.

объяснялась тѣмъ, что Рихтгофенъ путешествовалъ почти исключительно по Китаю, гдѣ и изучилъ всѣ особенности лёсса, но изъ всей Центр. Азіи онъ видѣлъ только небольшую площадь на южной окраинѣ Вост. Монголіи, для Центр. Азіи вовсе не типичную; наблюденія, сдѣланныя въ этомъ мѣстѣ онъ положилъ въ основу всей своей гипотезы и распространилъ свои выводы на всю Центр. Азію.

Во время своего путешествія я пересѣкъ Центр. Азію въ разныхъ направленіяхъ и убѣдился, что въ этой странѣ нѣтъ впадинъ, заполненныхъ лёссомъ, согласно гипотезѣ Рихтгофена, и таковыя появляются только кое-гдѣ на окраинахъ этой страны при чемъ въ большинствѣ случаевъ толщи лёсса имѣютъ гораздо меньшую мощность, чѣмъ полагалъ авторъ „China“. Но заполненіе лёссомъ впадинъ въ томъ размѣрѣ, какъ предполагалъ Рихтгофенъ и тѣми процессами, кѣторые онъ принималъ, невозможно и теоретически, какъ показываетъ слѣдующее разсужденіе.

Представимъ себѣ въ поперечномъ разрѣзѣ (фиг. 1) впадину, на примѣръ долину, лишившуюся стѣна, между двумя горными кряжами. Допустимъ даже, согласно взглядамъ Рихтгофена, что всѣ продукты разрушенія обоихъ кряжей не уносятся вѣтрами изъ центральной области (что имѣетъ мѣсто въ дѣйствительности, какъ мы увидимъ ниже), а остаются, только перемѣщаясь съ высотъ въ долину. Легко убѣдиться при взглядѣ на рисунокъ, на основаніи объема обоихъ кряжей и промежуточной долины, что процессъ накопленія матеріала можетъ идти сколько-нибудь быстро только въ самомъ началѣ; чѣмъ больше понижаются кряжи вслѣдствіе сноса съ нихъ матеріала и чѣмъ больше повышается дно впадины вслѣдствіе отложенія этого матеріала, тѣмъ неблагоприятнѣе становится отношеніе объемовъ—дающаго матеріалъ и принимающаго его—и тѣмъ больше долженъ замедляться процессъ нарастанія лёсса. Въ концѣ концовъ небольшіе оставшіеся выходы коренныхъ породъ на гребняхъ высотъ (фиг. 2) могутъ давать такое ничтожное количество эоловой пыли, что нарастаніе лёсса въ долинѣ, расширившейся на счетъ склоновъ кряжей, должно замедлиться до безконечности и мы неизбежно придемъ къ выводу, что даже при наиболѣе благоприятныхъ условіяхъ *горные кряжи не могутъ совершенно скрыться подъ толщами лёсса, образовавшагося изъ продуктовъ ихъ разрушенія.*

То же самое разсужденіе примѣнимо и къ струевой гипотезѣ; предполагая, что вѣтеръ играетъ ничтожную роль и что продукты вывѣтриванія сносятся съ кряжей во впадину главнымъ образомъ струйками дождевой воды, мы придемъ къ тому же выводу, что горные кряжи подъ толщами лёсса совершенно скрыться не могутъ.

Слѣдовательно, тотъ идеальный ландшафтъ, который Рихтгофенъ рисовалъ себѣ для огромныхъ пространствъ Центр. Азіи—широкія впадины, заполненныя лёссомъ, мощностью въ 1—2000 ф., и промежуточ-

ныя сглаженные высоты, также покрытыя лёссомъ (см China, т. I, стр. 103 вверху, лѣвую половину фиг. 14 на стр. 121 и фиг. 4 на стр. 65), среди котораго только кое-гдѣ видны разрушенные гребни или выходы коренныхъ породъ,—не можетъ быть объясненъ ни струевой гипотезой, ни эоловой въ томъ видѣ, какъ изложилъ послѣднюю ея авторъ.

Распространяя свои степныя впадины (Steppen-becken), заполненные лёссомъ, почти на всю Центр. Азію Рихтгофенъ, конечно, не могъ не знать, что безчисленные кряжи этой страны а priori не могутъ имѣть однородный составъ; но онъ не входилъ въ детали процесса физическаго вывѣтриванія, предполагая, очевидно, что лёссовая пыль есть главный продуктъ разрушенія всевозможныхъ горныхъ породъ, кромѣ котораго получается еще нѣкоторое количество песчинокъ, скопляющихся на днѣ впадины. На стр. 99 (China, т. I) Рихтгофенъ говоритъ: „Повидимому участокъ песчаной пустыни имѣется въ каждой изъ болѣе значительныхъ степныхъ впадинъ и занимаетъ обыкновенно эксцентричное положеніе. Малыя лёссовыя степныя впадины свободны отъ него, какъ свободна большею частью и галечная степь. Наибольшее распространеніе песокъ имѣеть въ нѣкоторыхъ весьма обширныхъ впадинахъ, на которыя раздѣлено дно Ханъ-хая; здѣсь онъ происходитъ большею частью изъ мѣловыхъ песчаниковъ, продукты разрушенія которыхъ вѣтеръ намель въ одно мѣсто и очистилъ отъ значительной примѣси глины, которая имѣется въ нихъ по наблюденіямъ Столички. Галечная пустыня ограничивается, насколько извѣстно, впадиной Ша-мо, гдѣ былъ матеріалъ для ея образованія“.

Изъ этихъ словъ видно, насколько неясно представлялъ себѣ Рихтгофенъ процессы вывѣтриванія въ пустынѣ, о которыхъ дѣйствительно въ то время мы имѣли еще очень недостаточныя свѣдѣнія. Теперь мы не могли бы себѣ вообразить впадину, залолненную лёссомъ въ качествѣ главнаго продукта разрушенія сосѣднихъ кряжей, сложенныхъ, на примѣръ, изъ кварцитовъ, песчаниковъ, гранитовъ, гнейсовъ и тому подобныхъ весьма распространенныхъ породъ, въ составъ которыхъ входитъ много кварца. Конечно, и изъ этихъ породъ должно получиться извѣстное количество лёссовой пыли, но куда же исчезъ песокъ, составляющій главную часть продуктовъ ихъ разрушенія? Вообще тотъ процессъ, который предполагалъ Рихтгофенъ — превращеніе разнообразныхъ горныхъ породъ въ толщи лёсса въ ограниченныхъ предѣлахъ сравнительно небольшой степной впадины при современномъ состояніи нашихъ знаній является совершенно неправдоподобнымъ; то же заключеніе приходится сдѣлать и относительно струевой гипотезы, которая также предполагаетъ возможность образованія мощнаго лёсса изъ продуктовъ разрушенія сосѣднихъ горъ или холмовъ, сносимыхъ дождевой водой. Къ этому вопросу мы вернемся еще разъ при разсмотрѣніи взглядовъ А. П. Павлова.

Эоловая гипотеза Рихтгофена не примѣнима также для объясненія накопленія лёсса многихъ мѣстностей Китая, т. е. именно той страны, для которой она создана.

Лѣссовыя страны Сѣв. Китая имѣютъ, какъ оказывается, весьма разнообразный долѣссовый рельефъ, который можно свести къ тремъ типамъ: а) горная страна; б) страна столовыхъ высотъ и в) равнина.

Въ сѣверныхъ частяхъ провинцій Чжи-ли и Шань-си, примыкающихъ къ Вост. Монголіи, мы находимъ болѣе или менѣе высокіе и параллельные горные кряжи, склоны которыхъ и промежуточные долины покрыты лёссомъ различной мощности, но въ общемъ небольшой. Возстановляя толщи лёсса, уже снесенныя размывомъ, согласно гипотезѣ Рихтгофена, мы получимъ картину (фиг. 3), аналогичную той, о которой была рѣчь выше; это первый типъ лѣссовыхъ странъ Китая.

Въ южной и западной частяхъ той же провинціи Шань-си и въ сосѣдней къ западу провинціи Шень-си мы находимъ не горные хребты, а болѣе или менѣе широкія плато въ видѣ ступеней столовой страны, разрѣзанной сбросами; долговременный размывъ еще до начала лѣссоваго періода расчленилъ откосы этихъ ступеней, сложенныхъ главнымъ образомъ изъ болѣе или менѣе горизонтальныхъ каменноугольныхъ и мезозойскихъ отложеній, среди которыхъ мѣстами поднимаются массивы породъ болѣе древнихъ или изверженныхъ; болѣе или менѣе значительныя толщи лёсса лежатъ не только на поверхности и откосахъ ступеней, но и на высшихъ частяхъ плато (фиг. 4). Возстановляя, согласно гипотезѣ Рихтгофена, размытыя части лѣссоваго покрова, мы получимъ страну съ широкими долинами и котловинами, отдѣленными другъ отъ друга еще болѣе широкими и плоскими высотами. Это второй типъ.

Наконецъ, въ западной части провинціи Шень-си и въ восточной части провинціи Гань-су, окаймляющихъ съ юга пески Ордоса, мы находимъ малорасчлененную равнину, сложенную изъ почти горизонтальныхъ мезозойскихъ отложеній, покрытую толщей лёсса наибольшей мощности—до 400 м. (фиг. 5). Это лѣссовое плато разрѣзано долинами, ущельями и оврагами на плоскія горы и гривы столовой или округленной формы, приблизительно одинаковой высоты, на склонахъ которыхъ обнажается лёссъ и только въ самомъ низу—подстилающія мезозойскія породы. Къ югу мѣстность немного понижается и толща лёсса уменьшается; здѣсь прежнее плато сохранилось лучше и расчленено на отдѣльныя столовыя массы различной длины и ширины. Еще южнѣе появляются отдѣльные горные кряжи и мѣстность становится расчлененнѣе, толща лёсса еще уменьшается. Это третій типъ, приближающійся на югъ къ первому. Если возстановить, согласно гипотезѣ Рихтгофена, размытыя массы лёсса, мы получимъ косое плато, круто падающее къ сѣверу, полого понижающееся къ югу, гдѣ оно перейдетъ въ плоско-холмистую страну. Допустимъ даже, что при особо благоприятныхъ условіяхъ могло бы получиться заполненіе впадины между двумя кряжами

продуктами вывѣтриванья послѣднихъ въ видѣ мощной толщи лёсса, какъ полагалъ Рихтгофенъ, т. е. могла бы образоваться лёссовая страна перваго типа; но объяснимы ли посредствомъ этой гипотезы лёссовыя страны второго и третьяго типовъ, гдѣ высшія точки и теперь еще покрыты мощнымъ лёссомъ, гдѣ на значительныя разстоянія—десятки и даже сотни верстъ нѣтъ доминирующихъ высотъ, сложенныхъ изъ коренныхъ породъ? Откуда же получился матеріалъ для образованія этого лёсса?

Гипотеза заполнения степныхъ впадинъ продуктами разрушенія сосѣднихъ высотъ, созданная Рихтгофеномъ, не можетъ объяснить происхожденіе лёссовыхъ странъ второго и третьяго типовъ и только съ большими натяжками, какъ мы видѣли выше, можетъ объяснить происхожденіе лёссовой страны перваго типа. Но то же самое приходится сказать и о струевой гипотезѣ—ея примѣнимость также подрывается отсутствіемъ болѣе значительныхъ высотъ, съ которыхъ дождевая вода могла бы сносить лёссовый матеріалъ. Вѣдь нельзя же прибѣгать къ такому предположенію, что всѣ существовавшія во время образованія лёсса болѣе значительныя высоты, сложенные изъ коренныхъ породъ и давшія матеріалъ для работы дождевыхъ струекъ, въ самое послѣднее время уничтожены размывомъ. Къ такому предположенію прибѣгаютъ П. Я. Армашевскій¹⁾ и Лаппаранъ, и ничего другого дѣйствительно придумать нельзя; но такое предположеніе недостаточно сдѣлать, его нужно доказать, что для лёссовыхъ странъ Китая второго и третьяго типовъ совершенно невозможно. Эту ахиллесову пяту струевой гипотезы указалъ уже П. А. Тутковскій²⁾; вся гипотеза въ ея чистомъ видѣ построена на этомъ недоказанномъ предположеніи и падаетъ вмѣстѣ съ нимъ, ибо если она не можетъ объяснить образованіе лёсса въ странахъ указанныхъ типовъ, то нужна ли она вообще какъ нѣчто самостоятельное?

Къ такому результату привело насъ одно теоретическое разсмотрѣніе гипотезъ Рихтгофена и струевой, основанное на знакомствѣ съ современнымъ рельефомъ и строеніемъ типичнѣйшей страны лёсса.

Такимъ образомъ, золотая гипотеза Рихтгофена, построенная на предположеніи, что степныя впадины заполняются лёссовой пылью *мѣстнаго* происхожденія, пылью *энтопической*, нуждается въ существенной поправкѣ. Эта поправка состоитъ въ отнесеніи источника пыли за предѣлы данной впадины на болѣе или менѣе значительное разстояніе, т. е. въ введеніи въ весь процессъ пыли *дальняго* происхожденія, *экзотической*. Для *золотой* гипотезы такая поправка вполне возможна, такъ какъ по воздуху легкая пыль можетъ переноситься на огромныя разстоянія, черезъ горныя хребты и столовыя возвышенно-

1) Loc. cit. стр. 244.

2) Loc. cit. стр. 227 и 238.

сти, холмы и равнины—вплоть до предѣла распространенія вѣтровъ даннаго направленія, несущихъ эту пыль. Для *струевой* гипотезы эта поправка невозможна—дождевыя струйки привязаны всецѣло къ данному склону данной впадины и даже въ сосѣдную съ ней попасть не могутъ; поэтому онѣ несутъ и отлагаютъ продукты вывѣтриванія энтопическіе.

Мысль о переносѣ мелкихъ продуктовъ вывѣтриванія на большія разстоянія столь же стара, какъ и эоловая гипотеза—ее высказалъ тотъ же Villier d'Acoust въ 1857 году, высказывали и многіе другіе, но Рихтгофенъ ею не воспользовался для построенія своей гипотезы на иныхъ основаніяхъ. Это тѣмъ болѣе странно, что онъ самъ въ томъ же томѣ „China“ говоритъ, что мелкіе продукты вывѣтриванія могутъ уноситься далеко (стр. 96), говоритъ о пыльной атмосферѣ Центр. Азіи (стр. 97), о возможности вынесенія пыли изъ центральной въ периферическія области (стр. 98). Онъ цитируетъ слова Джонсона о плодородіи страны Хотанъ, обусловленномъ тѣмъ, что мелкая пыль приносится вѣтрами изъ пустыни и отлагается на равнинахъ (стр. 97) и сообщаетъ фразу Столички о Яркендѣ: „здѣсь въ странѣ пустынь, гдѣ тучи плодородной пыли замѣняютъ тучи благодѣтельныхъ водяныхъ паровъ, гдѣ атмосфера рѣдко свободна отъ пыли, а по временамъ насыщена ею, почти противъ воли навязывается объясненіе, что лёссъ отложеніе субъаэральное“. Но цитируя эти слова (въ примѣчаніи на стр. 124), Рихтгофенъ прибавляетъ: „если бы Столичка могъ продолжить свои наблюденія, онъ, вѣроятно, пришелъ бы къ убѣжденію, что, хотя поверхность лёсса еще постоянно наращается ниспадающей пылью, обнаженія его, превышающія 80 ф., доказываютъ, что здѣсь или лёссовыя впадины, первоначально лишеныя стока, попали въ область стока къ Таримскому озеру, или что окраинная область Таримскаго бассейна, состоящая изъ лёсса, прорѣзана вслѣдствіе осѣданія мѣстности у подножія Тянь-шаня, которое онъ, (т. е. Столичка) признаетъ, чѣмъ было обусловлено увеличеніе уклона“.

Такимъ образомъ, Рихтгофенъ не придавалъ значенія пыли, выносимой за предѣлы Центр. Азіи и къ равнинамъ Таримскаго бассейна пытался примѣнить все ту же гипотезу о степныхъ впадинахъ, заполненныхъ лёссомъ. Столичка, въ сущности, былъ гораздо ближе къ правильному и всестороннему рѣшенію вопроса о происхожденіи лёсса, чѣмъ Рихтгофенъ, несмотря на то, что послѣдній изучилъ детально типичную страну лёсса въ Китаѣ.

І. Вальтеръ, сообщившій столько новаго въ своей книгѣ о денудациі въ пустынь, разсмотрѣвшій съ разныхъ сторонъ процессы вывѣтриванія, не удѣлилъ почти никакого вниманія мелкимъ продуктамъ этихъ процессовъ; онъ только указалъ, что они уносятся вѣтрами и отлага-

ются далеко отъ мѣста своего происхожденія, на краю пустыни ¹⁾). Лѣссовыхъ толщъ онъ не нашелъ въ изслѣдованныхъ имъ пустыняхъ Африки и Синая, но совершенно не обратилъ вниманія на это противорѣчье своихъ наблюденій и гипотезы своего учителя Рихтгофена.

Въ своемъ „путеводителѣ для путешественниковъ“ ²⁾), изданномъ на 9 лѣтъ позже перваго тома „China“, Рихтгофенъ, впрочемъ, уже высказался иначе о процессахъ вывѣтриванія въ пустынѣ и о законахъ сортировки рыхлыхъ массъ вѣтромъ; онъ говоритъ, что наиболѣе грубые матеріалы остаются на мѣстѣ, образуя каменистую и галечную пустыни, всѣ же подвижныя частицы распредѣляются на два пояса—песка и пыли (стр. 441). Пыль въ Центр. Азіи отлагается главнымъ образомъ въ степяхъ съ травянистой растительностью, расположенныхъ всего ближе къ оголеннымъ пустынямъ, постепенно сглаживая неровности рельефа (стр. 446—447). Процессъ перенесенія и отложенія пыли Рихтгофенъ описываетъ довольно подробно, но на ряду съ новыми взглядами удерживаетъ и прежніе о заполненіи степныхъ впадинъ безъ стока вслѣдствіе вывѣтриванья окружающихъ кряжей (стр. 447 и 479) и о томъ, что лёссъ представляетъ степную почву, обнаженную размывомъ въ окраинныхъ областяхъ степныхъ странъ, лишенныхъ стока.

Такимъ образомъ, къ концу 80-ыхъ годовъ вопросъ о происхожденіи лёсса, какъ эоловой пыли, былъ выясненъ, а вопросъ о закономерности его распредѣленія уже приближался къ правильному рѣшенію; но онъ еще не достигъ послѣдняго, какъ показываетъ первое изданіе „физической геологіи“ (т. II, 1888 г.) И. В. Мушкетова, гдѣ пескамъ посвящено 30 страницъ, при чемъ закономерность распредѣленія материковыхъ песковъ не разсмотрѣна, тогда какъ генезисъ и распредѣленіе лёсса изложены согласно новымъ взглядамъ Рихтгофена, высказаннымъ въ его „путеводителѣ“.

Немного позже I. Вальтеръ въ своемъ описаніи сѣверо-американскихъ пустынь ³⁾) только упоминаетъ о вынесеніи мелкихъ продуктовъ вывѣтриванья изъ пустыни, но совершенно не касается вопроса о мѣстѣ и способѣ ихъ отложенія, а также вопроса о распредѣленіи песковъ.

Мысль о вынесеніи мелкихъ продуктовъ вывѣтриванья изъ предѣловъ пустынь высказана и нѣкоторыми русскими путешественниками по Азіи, моими предшественниками. Такъ, напр., Г. Н. Потанинъ при описаніи песковъ Ордоса говоритъ о сортировкѣ матеріала, поднятаго воздушными теченіями и о двухъ потокахъ—песчаномъ и пылевомъ и пытается выяснить закономерность распредѣленія песковъ по поверхности

¹⁾ I. Walther. Die Denudation in der Wüste und ihre geologische Bedeutung, 1891., стр. 206.

²⁾ Führer für Forschungsreisende, 1886 г.

³⁾ Verh. d. Ges. f. Erd. zu Berlin, 1892 г. т. XIX, стр. 52 65.

Центр. Азіи¹⁾). Но онъ не приходитъ къ неизбѣжному, казалось бы, выводу, что пылевой потокъ образуетъ толщи лёсса, а условія законмѣрности распредѣленія песковъ считаетъ для себя неясными. Какъ этотъ путешественникъ, такъ и Г. Е. Грумъ-Гржимайло въ своихъ письмахъ изъ путешествія не упоминаютъ о наличности лёсса въ посѣщенныхъ ими частяхъ Центр. Азіи; въ этихъ письмахъ можно также найти указанія на обиліе обнаженій коренныхъ породъ въ этой странѣ не только на сколахъ и гребняхъ кряжей—но и на холмахъ и на днѣ долинъ. Но ни тотъ, ни другой не старались выяснитъ законмѣрность этого явленія, не сопоставили свои наблюденія съ предположеніями Рихтгофена о лёссовыхъ степныхъ впадинахъ, господствующихъ въ Центр. Азіи.

Слѣдовательно ко времени моего путешествія по Центр. Азіи уже имѣлись данныя объ отсутствіи лёсса въ нѣкоторыхъ частяхъ этой страны и были высказаны разными лицами, въ томъ числѣ самимъ Рихтгофеномъ, мысли о вынесеніи болѣе мелкихъ продуктовъ вывѣтриванья изъ пустынь и отложеніи ихъ въ сосѣднихъ степныхъ странахъ. Оставалось провѣрить и дополнитъ наблюденія, доказывающія отсутствіе лёсса въ Центр. Азіи, объяснить причины этого противорѣчія съ эоловой гипотезой и выяснитъ законмѣрность распредѣленія продуктовъ вывѣтриванья, образующихся въ пустынь.

Эта задача выпала на мою долю и двухлѣтнее путешествіе по различнымъ частямъ Центр. Азіи и лёссовымъ странамъ Китая дало мнѣ достаточно матеріала для ея рѣшенія. Всецѣло присоединяясь къ эоловой гипотезѣ Рихтгофена въ основной ея идеѣ, состоящей въ томъ, что лёссъ есть накопленіе эоловой пыли, я долженъ былъ выступить противъ взгляда Рихтгофена на способъ накопленія лёссовыхъ толщъ. Наблюденія показали мнѣ, что въ Центр. Азіи типичнаго и мощнаго лёсса вообще нѣтъ и быть не можетъ, такъ какъ наиболѣе мелкіе продукты вывѣтриванья выносятся за предѣлыэтой страны и отлагаются въ мѣстностяхъ съ другимъ климатическимъ режимомъ; хотя далеко не вся Центр. Азія представляетъ пустыню и значительныя пространства ея заняты степями, на которыхъ по Рихтгофену лёссовая пыль должна была бы отлагаться, но и почва этихъ степей не состоитъ изъ типичнаго лёсса; послѣдній появляется только по окраинамъ, а достигаетъ большой мощности внѣ предѣловъ Центр. Азіи, въ странахъ, имѣющихъ уже стокъ водъ къ океану; только барьеры очень высокихъ горъ, какъ Куэнь-лунь, Памиръ и Тянь-шань, задерживаютъ болѣе или менѣе значительную часть пыли и заставляютъ ее отлагаться еще въ предѣлахъ области, лишенной стока; но типичныя современныя степныя впадины Рихтгофена, наполненныя мощнымъ лёссомъ, продолжающимъ еще наростать, оказались не существующими. Не только пыль, но и болѣе грубые продукты вывѣтриванья, какъ песчинки, выносятся въ значительной массѣ изъ

¹⁾ Тангутско-тибетская окраина Китая и Центр. Монголія. СПб. 1893 г., т. I, стр. 99.

центральныхъ частей страны, изъ пустыни, скопляясь въ барханныхъ пескахъ по ея окраинамъ. Въ распредѣленіи песковъ и лёсса, въ мощности ихъ толщъ и въ величинѣ занимаемыхъ ими пространствъ обнаружилась полная законмѣрность и взаимная зависимость; выяснилась также благодѣтельная съ одной стороны роль пустынь, дающихъ окружающимъ странамъ плодородный лёссъ, губительная съ другой, благодаря надвигающимся на эти страны пескамъ.

Это законмѣрное сочетаніе областей развѣванія и отложенія изображено схематически на фиг. 6; область развѣванія занимаетъ центральную часть страны и въ общемъ представляетъ впадину, благодаря постоянному вынесенію продуктовъ вывѣтриванія на ея окраины и за ея предѣлы вѣтрами, дуящими центробѣжно; въ южную сторону направлены болѣе частые и сильные вѣтры, уносящіе главную массу пыли и весь песокъ; поэтому съ юга область развѣванія окаймлена поясомъ песковъ, за которымъ слѣдуетъ широкій поясъ мощнаго лёсса; вѣтры дуящіе на сѣверъ гораздо слабѣе и болѣе рѣдки; они въ состояніи уносить только пыль; поэтому съ сѣвера область развѣванія окаймлена только узкимъ поясомъ мало-мощнаго лёсса. Въ примѣненіи къ различнымъ странамъ земного шара эта схема конечно должна подвергнуться болѣе или менѣе значительнымъ измѣненіямъ въ зависимости отъ мѣстныхъ особенностей рельефа и климата.

Ссылаясь на свои статьи, опубликованныя въ 1894—96 гг. ¹⁾, я долженъ замѣтить, что высказанные мною взгляды не встрѣтили возраженій въ научной литературѣ, но вмѣстѣ съ тѣмъ остались неизвѣстными для нѣкоторыхъ геологовъ, интересующихся лёссомъ, хотя вошли почти цѣликомъ въ новое изданіе „физической геологіи“ И. В. Мушкетова. Укажу для примѣра, что П. Я. Армашевскій, въ указанномъ выше трудѣ, гдѣ онъ рѣшаетъ вопросъ о генезисѣ лёсса, ни однимъ словомъ не упоминаетъ о моихъ работахъ, ограничиваясь критикой Ритхгофена. Въ двухъ вышеуказанныхъ статьяхъ о лёссѣ А. П. Павлова также игнорируется та новая форма эоловой гипотезы, которую я защищаю. Не знакомъ съ нею и А. А. Иностранцевъ, который въ 3-емъ изданіи своего курса „Геологіи“ (т. I, 1899 г.) посвящаетъ лёссовой пыли всего 15 строчекъ. Даже Г. Вальтеръ въ своей новой книгѣ о законахъ образованія пустынь ²⁾, ссылаясь на одно мое наблюденіе въ Закаспійской области, совершенно умалчиваетъ о болѣе важныхъ и непосредственно касающихся разбира-

¹⁾ а) Орографія Центр. Азіи и ея ю. в. окраины. Изв. И. Р. Г. О. XXXI.

в) О процессахъ вывѣтриванія и раздуванія въ Центр. Азіи. Зап. Минер. Общ. 1895 г. ч. XXXIII, вып. 1.

с) Нѣсколько путевыхъ отчетовъ въ Изв. И. Р. Г. О. XXIХ, XXX и XXXI.

д) Центр. Азія, Сѣв. Китай и Нань-шань, 2 тома, 1900-01 (содержатъ весь фактичскій матеріалъ).

²⁾ Das Gesetz der Wüstenbildung. Berlin 1900.

емой имъ темы моихъ статьяxъ о Центр. Азіи, хотя одна изъ нихъ была опубликована на нѣмецкомъ языкѣ¹⁾. Въ этой книгѣ глава о пыли и лёссѣ является наименѣе разработанной и авторъ въ сущности остался на точкѣ зрѣнія, изложенной Рихтгофеномъ въ „путеводителѣ“ на 15 лѣтъ раньше.

Смѣю думать, что если бы указанные авторы считались съ новой формой эоловой гипотезы, выводы ихъ должны были бы потерпѣть значительное видоизмѣненіе.

Если признать, что лёссъ отлагается внѣ мѣста образованія эоловой пыли, то всѣ три типа лёссовыхъ странъ Китая объясняются легко; при экзотическомъ происхожденіи пыли послѣдняя можетъ отлагаться на мѣстности любого рельефа, постепенно сглаживая всѣ неровности, засыпая какъ долины между кряжами и плато, такъ и самые кряжи, плато и низменности; отъ количества приносимой пыли и продолжительности соотвѣтствующихъ климатическ. условій будетъ зависѣть мощность лёсса съ одной стороны, а съ другой—отъ характера мѣстной гидрографической сѣти. Отложеніе лёсса можетъ происходить и несомнѣнно происходить при современныхъ климатическихъ условіяхъ Центр. Азіи и странъ, ее окружающихъ; эти страны не отличаются обиліемъ атмосферныхъ осадковъ и накопленіе лёсса борется въ нихъ съ его размывомъ; тамъ, гдѣ рельефъ менѣе благопріятенъ накопленію и болѣе благопріятенъ размыву, какъ въ лёссовой странѣ перваго типа, толща лёсса не можетъ достигнуть значительной мощности; при обратныхъ условіяхъ—лёссъ является очень мощнымъ, какъ въ странахъ второго и третьяго типовъ. Но и въ различныхъ частяхъ страны одного и того же типа нарастаніе лёсса идетъ, конечно, не одинаково: на ровныхъ поверхностяхъ плато, на низменностяхъ, на пологихъ склонахъ нарастаніе идетъ быстрѣе, на болѣе крутыхъ склонахъ дождевая вода смываютъ часть пыли внизъ, въ долины, создаются и разрастаются овраги, образуются вертикальные обрывы.

Но какъ же доказать, что отложеніе лёсса въ странахъ Сѣв. Китая происходило и прежде при климатическихъ условіяхъ очень близкихъ къ современнымъ? Это обстоятельство очень важно, такъ какъ Рихтгофенъ предполагалъ, что всѣ лёссовыя страны Китая прежде принадлежали къ центральной области Азіи, т. е. были лишены стока водъ въ океанъ и только благодаря этому въ нихъ могли накопиться толщи лёсса, засыпавшія степныя впадины (а также равнины и плато, добавимъ мы); по Рихтгофену (China, Bd II, стр. 756) „стеиной“ періодъ наступилъ въ Китаѣ благодаря отступленію моря вслѣдствіе поднятія горныхъ кряжей къ юго-востоку отъ великой китайской низменности; эти кряжи преградили доступъ влажнымъ морскимъ вѣтрамъ въглубь Сѣв. Китая,

¹⁾ Geographische Skizze von Zentral-Asien und seiner südlichen Umrandung. Geograph. Zeitschrift, I, 1895

на который поэтому и распространился степной климатъ Центр. Азіи; страна лишилась стока водъ, выработанная въ предшествующій влажный „эрозіонный“ періодъ гидрографическая сѣть исчезла, обсохшія долины были постепенно засыпаны толщами лёсса. Новое наступленіе моря и погруженіе юговосточныхъ горныхъ барьеровъ обусловило наступленіе „лѣссового“ періода съ современными климатическими условіями; Сѣв. Китай возсоединился съ периферической областью Азіи, возстановленные рѣки постепенно завоевали свои прежнія русла, прорѣзая и вскрывая лёссъ степныхъ котловинъ; этотъ періодъ влажнаго климата продолжается и въ настоящее время.

Эта необходимость значительныхъ поднятій и рѣзкихъ климатическихъ измѣненій составляетъ слабую сторону гипотезы Рихтгофена, какъ справедливо указываетъ П. Я. Армашевскій¹⁾, хотя первый приводитъ много доказательствъ въ пользу своего взгляда. Не входя въ критическій разборъ ихъ, который лучше сдѣлать въ другомъ мѣстѣ²⁾, я пока ограничусь указаніемъ, что нѣтъ особенной надобности прибѣгать къ этимъ предположеніямъ. Климатъ лѣссовыхъ странъ Сѣв. Китая никакъ нельзя назвать влажнымъ; онъ немногимъ отличается отъ климата Центр. Азіи по количеству атмосферныхъ осадковъ, что доказывается степнымъ характеромъ растительности лѣссовыхъ склоновъ и плато; и чѣмъ дальше мы будемъ передвигаться отъ великой китайской равнины на сѣверъ, сѣверо-западъ и западъ, тѣмъ меньше будетъ разница между климатомъ степей Монголіи и лѣссовыхъ странъ. Таково непосредственное впечатлѣніе путешественника, которое подтверждается разспросными свѣдѣніями и скудными метеорологическими данными.

Второе доказательство даетъ намъ гидрографическая сѣть; Рихтгофенъ предполагаетъ, что она была выработана еще до „степного“ періода, во время котораго была уничтожена толщами лёсса, а затѣмъ успѣла уже возобновиться по прежнимъ направленіямъ. Последнее очень неправдоподобно; при тѣхъ огромныхъ толщахъ лёсса, которыя засыпали всѣ долины, выровняли почти всю страну, трудно себѣ представить, что возобновлявшаяся гидрографическая сѣть возстановила всѣ прежнія линіи; мы бы должны были видѣть въ большомъ развитіи эпигенетическія долины и вся сѣть должна была бы производить еще впечатлѣніе юности. Между тѣмъ этого нѣтъ—рѣчныя долины врѣзаны глубоко, рѣчныя системы очень развѣтвлены; многія рѣчки и даже большія рѣки, какъ Желтая, врѣзаны на болѣе или менѣе значительную глубину въ толщи разнообразныхъ коренныхъ породъ, подстилающія лёссъ и далеко не вездѣ имѣютъ характеръ ущелій. Возьмемъ для примѣра отрѣзокъ Желтой рѣки ниже ея поворота на югъ; цѣлый рядъ ея правыхъ притоковъ беретъ начало на равнинахъ Вост. Ордоса и затѣмъ врѣзывается въ лѣссовое плато, болѣе высокое, чѣмъ эти равнины. Если бы долины этихъ рѣ-

1) Л. с. стр. 231—234.

2) Въ томѣ III моего отчета о путешествіи, который готовится къ печати.

чекъ начали развиваться послѣ отложенія лёсса, то мы должны были бы видѣть двѣ системы рѣчныхъ долинъ, идущихъ однѣ—на востокъ отъ водораздѣла къ Желтой рѣкѣ, другія—на западъ къ Ордосу, гдѣ рѣчки должны были бы впадать въ озера или теряться въ пескахъ. Если же допустить, что верховья рѣчекъ, впадающихъ въ Желтую рѣку, успѣли уже прорѣзать водораздѣлъ и захватить рѣчки ордосскаго склона, кореннымъ образомъ измѣнивъ первоначальную гидрографическую сѣть, то вѣдь это доказываетъ древность, а не юность послѣдней.

Я полагаю, что лёссъ въ Сѣв. Китаѣ отлагался и прежде при условіяхъ, близкихъ къ современнымъ, и лёссовыя страны Китая и тогда уже принадлежали не къ центральной, а къ периферической области Азіи. Можетъ быть климатъ этихъ странъ былъ еще немного суше, чѣмъ въ настоящее время, атмосферные осадки выпадали еще въ меньшемъ количествѣ, рѣчки несли еще меньше воды, чѣмъ теперь. Для небольшого измѣненія климата этихъ странъ въ сторону сухости нѣтъ надобности прибѣгать къ крупнымъ орографическимъ перемѣнамъ—значительному отступленію моря, поднятію горныхъ кряжей.

Лёссъ отлагается въ Сѣв. Китаѣ и въ настоящее время, почему же онъ не могъ отлагаться при тѣхъ же условіяхъ и прежде, накопляясь въ теченіи десятковъ тысячъ лѣтъ. При сухомъ климатѣ и степной растительности накопленіе лёсса можетъ идти быстрѣе его размыва; если по цѣлымъ недѣлямъ или даже мѣсяцамъ нѣтъ дождей, если зимой снѣгъ выпадаетъ рѣдко и въ небольшомъ количествѣ и не скопляется, а сдувается вѣтрами и испаряется въ сухомъ воздухѣ—то нѣтъ данныхъ для энергичной работы воды. Немногочисленные маловодныя рѣчки, бѣдныя притоками, извиваются лѣниво по своимъ широкимъ долинамъ, унося въ своихъ мутныхъ водахъ извѣстное количество лёссовой пыли; на широкихъ промежуткахъ между рѣчными руслами, представляющихъ равнины, плато или горные кряжи, почти ежедневно осаждаются лёссовая пыль и удерживается степными травами, прибавляется рѣдкими дождями или снѣгами къ землѣ, постепенно наращивая почву. Случающійся изрѣдка сильный ливень можетъ смыть часть лёсса и снести его въ рѣчки, можетъ вырыть новые овраги, увеличить старые; но работа его ограничена болѣе крутыми склонами, а на равнинахъ и пологихъ склонахъ онъ не можетъ смыть весь лёссъ, накопившійся въ долгій промежутокъ между двумя такими ливнями, тѣмъ болѣе, что эта водопроницаемая сухая почва поглощаетъ массу влаги, прежде чѣмъ насытится ею настолько, что вода потечетъ ручейками по ея поверхности; кромѣ того лёссъ, смоченный водой, становится липкимъ, а на липкой почвѣ размывающая сила воды на пологихъ склонахъ невелика.

И такъ, я полагаю, что и при современныхъ климатическихъ условіяхъ Сѣв. Китая происходитъ нарастаніе лёсса изъ пыли, приносимой изъ Центр. Азіи; это нарастаніе происходило и прежде—съ тѣхъ поръ, какъ сократились водныя пространства внутренне-азиатскаго прѣснаго

моря (или комплекса озеръ) и на обширныхъ оголившихся площадяхъ установился режимъ пустыни.

Этотъ процессъ начался, конечно, не сразу, не тогда, когда исчезли послѣдніе остатки этого моря (они существуютъ кое-гдѣ и теперь!), а значительно раньше—какъ только море при своемъ усыханіи обнажило достаточно обширныя пространства своего ложа. Режимъ пустыни устанавливался постепенно и все усиливаясь; пески и глинистыя пространства осушавшагося ложа давали вѣтру обильный матеріалъ, вѣроятно гораздо болѣе обильный, чѣмъ въ настоящее время, когда таковой получается главнымъ образомъ благодаря вывѣтриванью коренныхъ породъ, идущему медленно. Ясный красноватый цвѣтъ нижнихъ горизонтовъ лёссовыхъ толщъ Китая, особенно замѣтный въ провинціяхъ Шань-си и Вост. Гань-су, а также большая глинистость ихъ объясняются тѣмъ, что они созданы въ то время, когда красноцвѣтныя „гобійскія“ отложенія, оставленныя третичнымъ моремъ (или озерами), покрывали еще значительныя пространства Центр. Азіи и давали главный матеріалъ для развѣванья. Теперь остатки этихъ отложеній встрѣчаются сравнительно рѣдко и главный матеріалъ даютъ весьма разнообразныя болѣе древнія коренныя породы, барханы обширныхъ песчаныхъ площадей, селевые отложенія (пролювій) пьедесталовъ горныхъ кряжей; смѣсь всего этого разнороднаго матеріала даетъ лёссъ типичнаго буро-желтаго цвѣта.

Измѣненіе климатическихъ условій Сѣв. Китая въ сторону еще болѣе сухой, связанное съ вымираніемъ многихъ маловодныхъ рѣчныхъ долинъ, конечно могло ускорить накопленіе лёсса, но я не вижу надобности въ такомъ измѣненіи, такъ какъ и при существующихъ условіяхъ накопленіе происходитъ, а времени для образованія огромныхъ толщъ до 400 м. мощности мы имѣемъ достаточно, въ особенности если правильно наше предположеніе, что этотъ процессъ начался еще въ концѣ третичнаго періода. Не могу не высказать также опасенія, что при присоединеніи Сѣв. Китая къ центральной области Азіатскаго материка, въ этой странѣ долженъ былъ бы установиться такой климатическій режимъ, который благопріятствуетъ не накопленію эоловой пыли, а ея развѣванію; вѣдь въ настоящее время въ предѣлахъ Центр. Азіи лёссъ образуется въ видѣ болѣе мощныхъ толщъ только въ особо благопріятныхъ мѣстахъ у барьеровъ очень высокихъ горъ, задерживающихъ вѣтры, какъ напр. на окраинахъ Таримскаго бассейна; горные кряжи, плато и равнины Сѣв. Китая такихъ барьеровъ не представляютъ и при присоединеніи ихъ къ центральной области, т. е. къ области развѣванія, они сами начали бы давать лёссовую пыль, но не могли бы служить мѣстомъ ея накопленія.

Итакъ необходимость въ сильномъ измѣненіи климатическихъ условій для объясненія отложенія лёсса въ Сѣв. Китаѣ, мнѣ кажется, отпадаетъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ падаютъ и всѣ возраженія, которыя составляли вѣскіе аргументы противъ эоловой гипотезы вообще въ глазахъ П. Я. Ар-

машевскаго. Но въ современномъ видѣ эта гипотеза и не нуждается въ такихъ предположеніяхъ, такъ какъ она говоритъ, что песокъ и лёссъ—это продукты развѣванія въ современныхъ пустыняхъ, полупустыняхъ и пустыне-степяхъ¹⁾, уносимые вѣтрами и отлагающіеся: песокъ—большею частью на окраинахъ этихъ областей развѣванія, а лёссъ—за предѣлами послѣднихъ, въ окружающихъ странахъ, гдѣ климатическія условія и растительность способствуютъ накопленію пыли. Области развѣванія и отложенія должны сочетаться закономерно другъ съ другомъ; если по тѣмъ или другимъ причинамъ область развѣванія исчезла, напр., покрылась водой или растительностью, то прекратились и источникъ пыли и накопленіе послѣдней въ окружающихъ странахъ; пустыня сдѣлалась „ископаемой“ и лёссовыя толщи, ее окружающія, также. Поэтому лёссъ Ю. Россіи и Зап. Европы нужно считать ископаемымъ, такъ какъ пустыни, создавшія его, исчезли; но лёссъ Сѣв. Китая ископаемымъ назвать нельзя, потому что пустыни Центр. Азіи существуютъ и продолжаютъ свою дѣятельность.

Новая форма эоловой гипотезы, насколько мнѣ извѣстно, еще не провѣрена на всѣхъ материкахъ земного шара. Я попытаюсь теперь разсмотрѣть съ точки зрѣнія закономерности сочетанія пустынь, песковъ и лёсса другія страны Азіи, о которыхъ имѣю достаточныя свѣдѣнія.

Наибольшимъ распространеніемъ послѣ Китая лёссъ пользуется въ Русскомъ Туркестанѣ и хорошая карта этой страны сразу обнаруживаетъ зависимость между лёссомъ, песками и пустыней.

Лёссъ залегаеъ въ видѣ болѣе или менѣе широкаго пояса у подножія и на склонахъ горныхъ хребтовъ Тянь-шаня и Памиро-Алая рядомъ съ селевыми наносами (пролювіемъ), слагающими каменистыя и глинистыя равнины; наибольшаго развитія онъ достигаетъ въ долинахъ Ферганской и Кульджинской, которыя открыты на западъ, замкнуты съ остальныхъ сторонъ и представляютъ два исполинскіе мѣшка для улавливанія эоловой пыли и даже песка, образующаго скопленія на днѣ обѣихъ долинъ. Совокупность указанныхъ горныхъ хребтовъ представляетъ тотъ высокій барьеръ, который задерживаетъ эоловую пыль, приносимую сѣверо-западными вѣтрами.

Передвинувшись на сѣверо-западъ отъ области развитія туркестанскаго лёсса, мы попадаемъ въ обширную область песковъ Кызыль-кумъ, доходящую до береговъ Аральскаго моря, а къ сѣверо-западу отъ послѣдняго увидимъ пустыни и пустыне-степи Усть-урта. Послѣднія пред-

¹⁾ Подобно термину „лѣсо-степь“, опредѣляющему переходную форму между лѣсной и степной мѣстностью я полагаю необходимымъ ввести терминъ „пустыне-степь“ для обозначенія сухихъ степей съ скудной растительностью, не соответствующихъ понятію пустыни и даже полупустыни; послѣдняя ближе къ пустынѣ, пустыне-степь ближе къ степи; въ Киргизской степи преобладаютъ степи и пустыне-степи, кое гдѣ встрѣчаются полупустыни; въ Центр. Азіи преобладаютъ пустыни и полупустыни, а ближе къ окраинамъ часто встрѣчаются и пустыне-степи.

«ставляютъ область развѣванія; но и въ области песковъ мы найдемъ, помимо песчаныхъ бархановъ, много источниковъ образованія пыли въ видѣ скалистыхъ обрывовъ западнаго берега Арала, песчаныхъ острововъ и косъ его остальныхъ береговъ, илистыхъ наносовъ низовій Сыръ- и Аму-дарьи и полузасыпанныхъ песками возвышенностей изъ третичныхъ и болѣе древнихъ породъ, разсѣянныхъ среди Кызылъ-кумовъ. Но несмотря на эти мѣстныя особенности песчаной области закономѣрное сочетаніе пустыни, песковъ и лёсса здѣсь вполнѣ ясно.

Всѣ своеобразныя особенности туркестанскаго лёсса, отмѣченныя А. П. Павловымъ и являющіяся въ его глазахъ доказательствами пролювіального образованія перваго, какъ то: слоистость нижнихъ горизонтовъ, обусловленную прослойками песка и мелкой гальки и наличностью слоевъ неодинаковой структуры; связь лёсса горныхъ долинъ то съ ледниковыми отложеніями, то съ продуктами вывѣтриванія глинъ, конгломератовъ, гранита ¹⁾—всѣ онѣ нисколько не противорѣчатъ эоловой гипотезѣ. Эоловая пыль, приносимая изъ пустыни и песчаной области, отлагалась въ теченіе десятковъ тысячъ лѣтъ; въ это время на склонахъ и у подножія горъ происходили различные процессы вывѣтриванія и размыва, продукты которыхъ естественно смѣшивались съ эоловой пылью или перекрывали эоловыя накопленія. Раздѣляя вопросы о происхожденіи эоловой пыли и о мѣстѣ и способахъ ея отложенія мы можемъ безъ всякихъ натяжекъ объяснить всѣ особенности лёссовыхъ толщъ Туркестана.

Въ сосѣдней съ Туркестаномъ Закаспійской области мы видимъ то же закономѣрное сочетаніе области лёсса на склонахъ Копетъ-дага и Паранамиза, области песковъ Кара-кумъ, простирающихся отъ этихъ хребтовъ до подножія чинковъ Усть-урта и области развѣванія на поверхности послѣднихъ. Области песковъ и лёсса знакомы мнѣ особенно хорошо, благодаря личнымъ изслѣдованіямъ 1886—88 гг.; мы встрѣчаемся здѣсь съ такими особенностями, которыя объяснимы только при помощи эоловой гипотезы.

Въ восточной части области вдоль афганской границы отъ р. Аму-дарьи до р. Теджена тянется широкимъ поясомъ холмистая степь, почву которой слагаетъ мощный лёссъ; мѣстность эта очень бѣдна водой—многочисленныя долины безводны, другія содержатъ ручейки солоноватой воды и только въ рѣкахъ Теджень, Кушкъ, Мургабъ и Аму-дарья, берущихъ начало внѣ этого пояса, вода прѣсная; колодцы разсѣяны рѣдко, обыкновенно очень глубоки и часто также содержатъ солоноватую воду. Однообразныя широкіе и плоскіе увалы, „баиры“ по мѣстному, покрыты

¹⁾ О туркестанскомъ и европейскомъ лёссѣ, стр. 4—5. Эти особенности давно уже были описаны Миддендорфомъ въ его „Очеркахъ Ферганской долины“, въ которыхъ можно найти много поучительныхъ наблюденій и доказательствъ въ пользу эоловаго происхожденія лёсса. Несмотря на свое первоначально недовѣрчивое отношеніе къ эоловой гипотезѣ, знаменитый изслѣдователь, послѣ личнаго знакомства съ Туркестаномъ, вполнѣ присоединился къ ней.

болѣе или менѣе густой степной растительностью и представляютъ прекрасныя пастбища, въ особенности на поверхности болѣе высокаго плато Кара-бель, которое достигаетъ 2500—2600 ф. абс. высоты (около 2200 фут. надъ уровнемъ Мургаба у устья рч. Кушкъ) и тянется на NO отъ Мургаба вдоль границы. Кое-гдѣ въ замкнутыхъ впадинахъ среди байровъ расположены соленыя самосадочныя озера, шоры и хаки. Байры состоятъ изъ лёсса, что доказывается обнаженіями по берегамъ рѣкъ Кушкъ и Мургабъ (ближе къ р. Тедженю появляются высоты, сложенные изъ третичныхъ и мѣловыхъ породъ Копеть-дага) и подтверждается всѣмъ характеромъ мѣстности и растительности, рѣдкостью и качествомъ воды; только вблизи г. Андхой почва ихъ становится болѣе песчаной и отсюда до р. Аму-дарьи мѣстность приобретаетъ иной характеръ — преобладаютъ равнины съ песчаной почвой и встрѣчаются сыпучіе пески. Къ сѣверу байры постепенно понижаются и переходятъ въ почти ровную песчаную степь, еще съ хорошей растительностью, но уже съ болѣе грубой, песчаной почвой; еще сѣвернѣе песчаная степь переходитъ постепенно въ бугристые и барханные пески Кара-кумъ.

Можно ли объяснить процессами заиленія согласно струевой гипотезѣ накопленія лёсса въ этой мѣстности? Высоты Парапамиза и Гиндукуша, которыя могли бы служить источникомъ этого заиленія, отстоятъ на 50—100 верстъ къ югу и кромѣ того отдѣлены отъ сѣверной части пояса байровъ долинами рѣкъ Эгригенкъ, Кушкъ, Мургабъ, Кила-вали и Кайзеръ (Андхой); байры этой сѣверной части поднимаются надъ долинами этихъ рѣкъ на нѣсколько сотъ и до тысячи футовъ. Неужели и эти долины и весь расчлененный рельефъ всей этой мѣстности созданы послѣ образованія лёссовыхъ толщъ? Какими агентами? Въ настоящее время это типичная страна накопленія съ сухимъ климатомъ и пришлось бы прибѣгнуть къ цѣлому ряду недоказанныхъ предположеній о рѣзкихъ климатическихъ измѣненіяхъ, чтобы объяснить сначала наиленіе толщи лёсса съ высотъ Парапамиза и Гиндукуша, затѣмъ энергичный размывъ этой толщи и наконецъ современныя условія. Эоловая гипотеза объясняетъ всѣ особенности легко: мы видимъ здѣсь широкій поясъ накопленія у барьера горныхъ хребтовъ; въ эту вдающуюся на югъ бухту между высотами Копеть-дага на западѣ и Памиро-Алая на востокѣ попадаетъ особенно много эоловой пыли съ Усть-урта и изъ песковъ Кара-кумъ; здѣсь десятки тысячъ лѣтъ накоплялся и накопляется до сихъ поръ типичный лёссъ, который къ сѣверу, ближе къ пескамъ, становится все болѣе песчанымъ и наконецъ переходитъ въ песокъ; здѣсь можно встрѣтить и степныя замкнутыя впадины различной величины съ соленымъ озеромъ или безъ такового среди полого-склонныхъ высотъ, покрытыхъ густой травой и снизу до верху одѣтыхъ толщами лёсса—словомъ типичный пейзажъ, который рисовалъ Рихтгофенъ для Центр. Азіи; но только и здѣсь этотъ лёссъ образовался изъ пыли экзотической, засыпавшей своимъ покровомъ древній рельефъ страны, сле-

женный изъ третичныхъ отложеній, какъ показываютъ обнаженія по берегамъ р. Кушкъ. Вблизи послѣдней можно встрѣтить и песчанья накопленія, обусловленные перевѣваніемъ лёссовой толщи, вскрытой въ обрывахъ и оврагахъ ¹⁾).

Въ западной части Закаспійской области отъ западнаго конца Копеть-дага до ст. Гяуарсъ сѣверное подножіе этого хребта представляетъ преимущественно пустыне-степи, почва которыхъ состоитъ изъ неправильно-переслаивающихся лёссовиднаго суглинка, пролювія и аллювія; къ сѣверу эти степи постепенно переходятъ въ голые и гладкіе такыры, за которыми начинаются пески. Растительность пустыне-степей состоитъ изъ кустиковъ солянокъ, полыни, караганы и т. п. и очень низкой и рѣдкой травки, мѣстами совершенно отсутствующей; вдоль рѣчекъ и ручьевъ, вытекающихъ изъ хребта, расположены сады, пашни, клеверныя поля. Почва имѣетъ преимущественно глинистый характеръ, но мѣстами количество гальки и щебня настолько увеличивается, что степь можетъ быть названа галечно-щебневой.

На этой степи конечно осаждается лёссая пыль, приносимая сѣверными вѣтрами изъ песковъ и пустынь; но благодаря недостаточной защитѣ, даваемой рѣдкой и скудной растительностью, эта пыль можетъ удержаться только мѣстами—подъ кустиками, вокругъ стебельковъ травы и камешковъ, во впадинахъ, трещинахъ почвы, а большая часть сдувается вѣтрами и несется дальше, еще ближе къ хребту, гдѣ задерживается на участкахъ травяной степи у подножія и на склонахъ горъ. Въ общемъ нарастаніе почвы на пустыне-степи шло бы крайне медленно, если бы ему не помогаль другой дѣятель—дождевая вода: ливни, случающіеся въ горахъ по нѣсколько разъ въ годъ и иногда достигающіе большой силы, производятъ временные потоки, которые вырываются изъ ущелій хребта на пустыне-степь подножія и часто разливаются по послѣдней на значительное пространство; эти потоки несутъ съ собой илъ, песокъ, щебень, гальку, иногда даже валуны, а также лёссовую

¹⁾ Кромѣ личныхъ наблюденій, простирающихся отъ р. Теджень до р. Мургабъ и на три перехода отъ р. Аму-дарьи на западъ, я пользуюсь для этой очень мало извѣстной мѣстности данными книги: „Yate C. E. Northern Afghanistan or letters from the Afghan boundary commission, London 1888“, и статьи Лессара: Юго западная Туркменія, Изв. И. Р. Г. О. 1885 г. вып. I. Замѣчу кстати, что въ своей книгѣ „Закаспійская низменность“ (Зап. И. Р. Г. О. т. XX вып. 3, 1890 г.) я считаль байры сложеными изъ лёсса вторичнаго происхожденія, снесеннаго изъ горныхъ областей Афганистана, гдѣ онъ залегаль въ видѣ первичнаго лёсса (стр. 161). Теперь, послѣ знакомства съ другими лёссовыми странами Азіа, особенно Сѣв. Китая, я увѣренъ, что лёссъ байровъ первичный, можетъ быть только содержащій больше песка, чѣмъ типичный лёссъ Китая, подобно лёссу Барлыкка и Забайкалья (см. ниже). Пещеры въ обрывѣ праваго берега Мургаба у поста Тахта-базаръ какъ нельзя болѣе напоминаютъ подземныя жилища китайцевъ въ селеніяхъ лёссовой области. Прослой конгломерата въ лёссѣ байровъ, побудившіе меня приписывать этому лёссу водное происхожденіе, представляютъ селевыя отложенія, подобно конгломератамъ, которые Милдендорфъ видѣль въ типичномъ лёссѣ Ферганы и совершенно правильно объяснилъ еще въ 1881 г. (Einblicke in das Ferghanathal. Mém. de l'Acad. d. Sc. d. S. Pétersbourg, VII Série, T. XXIX, N° 1, Ss. 81—84).

пыль, смытую со склоновъ и осаждаютъ постепенно этотъ матеріалъ, по мѣрѣ того, какъ количество воды, благодаря всасыванію въ почву и испаренію уменьшается, а переносная сила ея, благодаря раздѣленію потока на ручейки и струйки, ослабѣваетъ. Эти дождевые временные потоки или сели отлагаютъ „пролювій“, употребляя терминъ, предложенный А. П. Павловымъ, но этотъ пролювій—совсѣмъ не лёссъ: это смѣсь смытой лёссовой пыли, ила, песка и болѣе грубыхъ матеріаловъ, представляющая отложеніе болѣе или менѣе *слоистое*, хотя часто неправильно и неясно *слоистое*. Чѣмъ дальше отъ горъ отлагается этотъ пролювій, тѣмъ больше въ его составѣ мелкаго матеріала, такъ какъ грубый, благодаря своему вѣсу, осаждается раньше; самый мелкій матеріалъ—почти чистая лёссовая муть, отлагается всего дальше, на такырахъ, которые во время сильныхъ дождей превращаются въ временныя озера, такъ какъ дальнѣйшему стоку воды препятствуетъ барьеръ песковъ. Эти озера существуютъ нѣсколько часовъ или нѣсколько дней, а затѣмъ высыхаютъ, оставляя послѣ себя на поверхности такыра тонкій слой глины; такимъ образомъ постепенно нарастается почва такыровъ, представляющая ясно- и тонкослойный вторичный лёссъ, смѣсь энтопической и экзотической пыли, иногда съ прослойками мелкихъ песчинокъ, принесенными особенно сильнымъ ливнемъ или навѣянными съ сосѣднихъ песковъ.

На тѣхъ участкахъ пустыне-степи, которые долго не затоплялись временными потоками благодаря перемѣщенію русла послѣднихъ, постепенно усиливается травянистая растительность, что обусловливаетъ большее удержаніе эоловой пыли и нарастаніе неслоистаго лёсса; черезъ болѣе или менѣе продолжительный промежутокъ времени такіе участки опять подвергаются затопленію и на нихъ будетъ отлагаться пролювій. Вотъ почему почва пустыне-степей представляетъ перемежаемость тонкихъ слоевъ типичнаго лёсса, пролювія и, мѣстами (гдѣ текла вода постоянныхъ ручейковъ, также мѣняющихъ свое русло), аллювія.

Только у самага подножія горъ, въ промежуткахъ между ущельями, неслоистый лёссъ можетъ нарастать безъ частыхъ нарушеній и здѣсь онъ долженъ достигать наибольшей мощности и чистоты, если не считать тѣхъ прослоекъ щебня, которыя намываются на степь непосредственно со склоновъ при особенно сильныхъ ливняхъ; на такихъ участкахъ травяная растительность значительно гуще, чѣмъ на пустыне-степи.

Къ востоку отъ ст. Гяуарсъ и до городка Лютфабадъ подножіе Копеть-дага имѣетъ другой характеръ: здѣсь сѣверная гряда хребта, Зарынъ-кухъ, не разорвана поперечными ущельями и тянется невысокимъ сплошнымъ валомъ на протяженіи 55 в. Съ сѣвернаго склона этого вала на степь подножія могутъ сбѣгать только небольшіе и слабые временные потоки, не нарушающіе процессъ нарастанія эоловаго лёсса; вотъ

почему здѣсь отъ хребта до окраины песковъ разстиается полосой около 20 в. ширины настоящая травяная степь, сильно отличающаяся отъ пустыне-степи остального подножія; почва ея состоитъ изъ неслоистаго лёсса. Отсутствие такыровъ у окраины песковъ на всемъ протяженіи этой степи также составляетъ ея отличіе и подтверждаетъ отсутствіе обильныхъ временныхъ потоковъ; только солончакъ, занимающій впадину между станціями Бабадурманъ и Артыкъ, куда стекаетъ вода рч. Дерегезъ, нарушаетъ общую картину.

Къ востоку отъ г. Лютфабада въ сѣверной цѣпи Копеть-дага опять появляются многочисленныя ущелья, а у подножія хребта возобновляется пустыне-степь, окаймленная такырами.

Итакъ сѣверное подножіе Копеть-дага даетъ намъ наглядный примѣръ того, что тамъ, гдѣ временные дождевые потоки заиляютъ поверхность степи—образуется не типичный лёссъ, а нѣчто другое; тамъ, гдѣ такого заиленія нѣтъ—нарастаетъ лёссъ подъ защитой травъ, которыя на часто заиляемой степи расти не могутъ. Отложенія временныхъ потоковъ, имѣющія своеобразный характеръ, заслуживаютъ выдѣленія въ особую категорію аллювіальныхъ наносовъ и терминъ „пролювій“, предложенный для нихъ А. П. Павловымъ, намъ кажется вполне удачнымъ; но только пролювій не похожъ на эоловый лёссъ и пролювіальные процессы типичнаго неслоистаго лёсса создать не могутъ.

Передвинемся теперь далѣе къ сѣверу: комплексъ кряжей Джунгарскаго Алатау окаймленъ съ сѣвера и запада поясомъ лёсса, сѣвернѣе и западнѣе котораго располагаются пески Муюнъ-кумъ, Сары-ишикъ-отрау и другіе по южному берегу оз. Балхаша; за этимъ озеромъ тянется на далекое пространство извѣстная Голодная степь Бекъ-пакъ-тала. Слѣдовательно и здѣсь мы видимъ закономерное сочетаніе пустыни, песковъ и лёсса.

Къ востоку отъ Джунгарскаго Алатау расположенъ хребетъ Барлыкъ, довольно подробно изученный мною въ 1905 и 09 гг.; здѣсь распределеніе лёсса очень поучительно (фиг. 7). Этотъ хребетъ представляетъ ступенчатый горсть, рядомъ уступовъ понижающійся къ сѣверу и круто обрѣзанный съ юга; поэтому его главный водораздѣлъ расположенъ вблизи южнаго подножія и представляетъ довольно расчлѣненный и высокій кряжъ Кер-тау, понижающійся къ NO-у; въ эту сторону и весь хребетъ быстро суживается и выклинивается. Къ сѣверному склону наиболѣе широкой западной части хребта примыкаютъ группы низкихъ горъ и холмовъ Кіикъ и Тюлькю, выдвигающіяся до лѣваго берега р. Эмиль. Лёссъ распространенъ всего больше по NW-ому склону Барлыка, достигая наибольшей мощности (до нѣсколькихъ саженъ) въ бассейнѣ р. Цаганъ-тохой; нижній уступъ горста къ сѣверу и къ югу отъ средняго теченія этой рѣчки представляетъ довольно типичный лёссовый пейзажъ съ сильно округленнымъ рельефомъ высотъ, хорошей степной растительностью и рѣдкими выходами коренныхъ породъ—на

болѣе высокихъ вершинахъ и въ обрывахъ рѣчныхъ ущелій и овраговъ. Къ востоку на томъ же уступѣ и къ SO-у на болѣе высокихъ уступахъ онъ постепенно утоняется и на высшей части хребта исчезаетъ. На южномъ склонѣ главнаго водораздѣла онъ появляется кое гдѣ и не толстѣе, за исключеніемъ небольшого участка южнаго подножія верстъ на 20 на западъ отъ пик. Сары-хулсынъ, гдѣ достигаетъ почти такого же развитія, какъ на уступѣ Цаганъ тохоя; но только благодаря близости скалистыхъ вершинъ главнаго водораздѣла онъ содержитъ много щебня и тянется узкой наклонной полосой между горами и долиной рч. Купъ.

Съ сѣверо-запада къ Барлыку примыкаетъ область болѣе или менѣе оголенныхъ песковъ, занимающихъ довольно большія площади по низовьямъ р. Эмиль и сѣверному берегу оз. Ала-куль, а еще далѣе къ NW мы находимъ обширные солончаки вокругъ оз. Сассыкъ куль и пустыне-степь съ безводными руслами цѣлаго ряда рѣчекъ, текущихъ изъ Тарбагатая и Джунгарскаго Алатау. Опять всѣ три области—развѣванія и накопленія грубыхъ и мелкихъ продуктовъ расположены рядомъ, какъ доказательство справедливости эоловой гипотезы. Между областями лёсса и песка здѣсь можно найти даже переходную полосу—песчаной степи, расположенной вдоль западнаго подножія горъ Кіикъ и Тюлькю, съ хорошей степной растительностью и эоловой почвой, представляющей глинистый мелкій песокъ, большею частью неслоистый и пористый, подобно лёссу; здѣсь вмѣстѣ съ частью пыли скоплялись главнымъ образомъ болѣе мелкія песчинки, уносимыя вѣтрами съ барханыхъ песковъ и изъ области развѣванія. Переходъ отъ этого лёссовиднаго песка, покрывающаго равнину, къ болѣе чистому лёссу, лежащему на высотахъ къ востоку и западу отъ нея, очень постепенный.

Закономѣрность распредѣленія лёсса на Барлыкѣ кажется намъ совершенно ясной: большая часть пыли, приносимой NW-ыми вѣтрами, осаждалась на навѣтренной сторонѣ хребта, гдѣ и заняла наибольшее пространство; но часть ея уносилась вѣтрами дальше на OSO за водораздѣлъ и осѣдала на подвѣтренной сторонѣ хребта, особенно густо въ упомянутомъ поясѣ къ западу отъ пик. Сары-хулсынъ, перелетая также за долину Купъ, еще дальше на SO, гдѣ у сѣвернаго подножія хребта Джаира, вообще бѣднаго лёссомъ, мы встрѣчаемъ еще одну площадь лёссовой степи; и здѣсь опять лёссъ мощный, хотя болѣе песчаный, вѣроятно благодаря близости толыхъ руселъ и галечной пустыни долины Купъ.

Если взглянуть на карту хр. Джунгарскаго Алатау, то въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ Барлыкомъ, къ западу отъ Джунгарскихъ вѣрогъ, бросается въ глаза выдвигающійся на N треугольный выступъ горъ, въ предѣлахъ котораго расположенъ г. Лепсинскъ и селенія Константиновка, Герасимовка, Колпаковка и Осиновка; эта мѣстность славится плодородіемъ, почему здѣсь и возникли богатые селенія. Не справляясь въ литературѣ о составѣ почвы этого выступа я утверждаю,

что здѣсь долженъ быть развитъ мощный лёссъ, такъ какъ къ NW-у располагаются довольно обширные пески восточнаго конца оз. Балхашъ, а за ними—пустыня южной окраины Киргизской степи.

Можно ли при помощи струевой гипотезы объяснить это прихотливое распредѣленіе лёсса на Барлыкѣ, гдѣ онъ то утолщается, то утоняется и исчезаетъ; дожди падаютъ вездѣ, временные потоки текутъ изъ всѣхъ логовъ и ущелій, а лёссъ накопился только въ опредѣленныхъ мѣстахъ.

Переходимъ еще дальше къ сѣверу, въ предѣлы Сибири. Обширная степь, окаймляющая западные отроги Алтая къ NO-у отъ г. Семипалатинска славится своимъ плодородіемъ и здѣсь расположены огромныя и многочисленныя села Семипалатинско-Барнаульскаго тракта; почва этой степи—лёссъ, который поднимается и на отроги Алтая. Особенно интересное мѣсто представляетъ степь Бель-агачъ, расположенная верстахъ въ 50 къ сѣверу отъ Семипалатинска и возвышающаяся надъ окрестностью; по сообщенію П. Н. Крылова, изслѣдовавшаго эту степь лѣтомъ 1910 г., почва ея—также лёссъ, залегающій толщей въ нѣскольکو сажень на древнихъ коренныхъ породахъ, какъ показало буреніе. Плодородіе этой степи вызвало потокъ переселенцевъ, несмотря на полное отсутствіе проточной воды; послѣднюю мѣстами получаютъ изъ глубокихъ колодцевъ, мѣстами же изъ зимняго снѣга, собираемого искусственно въ сугробы и покрываемаго соломой. Какъ объяснить струевая гипотеза наростаніе лёсса на этой степи, которая выше окружающей мѣстности?

Къ юго-западу и западу отъ лёссовыхъ степей Зап. Алтая по правому берегу р. Иртыша тянутся обширные пески, большею частью покрытыя сосновыми борами, а еще западнѣе, за Иртышомъ находится обширная область развѣванія—южная сухая часть Киргизской степи. Оттуда и приносится эоловая пыль господствующими юго-западными вѣтрами¹⁾.

Лёссъ развитъ также въ окрестности г. Томска, на поверхности высокой террасы праваго берега р. Томи, сложенной изъ сильно дислоцированныхъ каменноугольныхъ песчаниковъ и сланцевъ, на которыхъ транс-

¹⁾ По сообщенію П. Е. Третьякова, живущаго въ с. Ново-Шульбинскомъ Змѣиногорскаго уѣзда, въ ночь съ 27 на 28 января 1911 г., послѣ предшествовавшей днемъ сильной снѣжной бури, выпалъ желтый снѣгъ, слоемъ около пальца, который инымъ при дунномъ освѣщеніи казался даже краснымъ. Г. Третьяковъ собралъ немного снѣга, растопилъ его и получилъ нѣсколько граммовъ порошка который и прислалъ въ Томскъ для изслѣдованія; онъ оказался буровато-желтой лёссовою пылью. Вѣтеръ дулъ южный, а затѣмъ юго-западный. Желтый снѣгъ выпалъ на площади около 60 в. по широтѣ и около 200 в. по долготѣ, такъ какъ замѣченъ въ с. Бѣлоглазовѣ, Выдрихѣ, Красномъ ярѣ на Иртышѣ, Змѣиногорскѣ, Кольванской фабрикѣ. Въ с. Выдрихѣ онъ выпалъ во время бури, послѣ которой былъ дождь; въ Красномъ ярѣ и Кольванской фабрикѣ во время бури; въ Змѣиногорскѣ—во время довольно сильной бури при температурѣ около нуля, почему по временамъ шелъ дождь вмѣсто снѣга; вѣтеръ былъ съ ЮЮВ (эти дополнителныя свѣдѣнія сообщены мнѣ агрономомъ А. Нестрѣляевымъ изъ Змѣиногорска, также приславшимъ образчикъ порошка) Всѣ перечисленные пункты расположены въ предѣлахъ западно-алтайскаго лёссоваго района.

грессируют третичные галечники и пески съ растительными отпечатками; послѣдніе покрыты лёссомъ, достигающимъ 2—3 саж. мощности, неслоистымъ и пористымъ; отъ китайскаго лёсса онъ отличается большей твердостью и вязкостью вслѣдствіе большаго содержанія глины, а также нѣсколько болѣе темнымъ цвѣтомъ; къ поверхности онъ окрашивается серегномъ. Объяснить томскій лёссъ по струевой гипотезѣ совершенно невозможно; ближайшія высоты, съ которыхъ могъ бы быть намытъ этотъ лёссъ, находятся въ Кузнецомъ Алатау, верстѣ 100 къ юго-востоку.

Единственное объясненіе и здѣсь—осажденіе пыли, приносимой господствующими до сихъ поръ юго-западными вѣтрами изъ ближайшей области развѣванія—обширной Киргизской степи; этимъ обусловлена и большая глинистость этого лёсса: на такое значительное разстояніе перносилась только самая мелкая пыль. Отмѣтимъ ксати, что въ Томскѣ въ сухіе лѣтніе или весенніе дни при юго-западныхъ вѣтрахъ иногда бываетъ такая же сухая мгла, какъ въ Центр. Азіи—воздухъ наполняется мельчайшей пылью, красноватое солнце свѣтитъ тускло, даль скрывается словно въ туманѣ.

Томскій лёссъ, повидимому, представляетъ не изолированную площадъ, а NO-ый уголь большаго лёссоваго района, который захватываетъ восточную часть Барабы почти до оз. Чаны и тянется на югъ по берегамъ р. Оби, соединяясь у рч. Алей съ западно-алтайскимъ лёссовымъ райономъ. Къ SW-у отъ линіи оз. Чаны—среднее теченіе рч. Кулунды лёссъ уступаетъ мѣсто буроватымъ известковымъ пескамъ, образующимъ почву Кулундинской степи и достигающимъ на водораздѣлахъ 30 и болѣе метр. мощности. Хотя эти пески являются слоистыми и считаются прѣсноводными третичными¹⁾, но возможно, что верхній горизонтъ ихъ представляетъ эоловое отложеніе, замѣняющее область песковъ болѣе южныхъ районовъ.

Слѣдующій примѣръ обширнаго развитія лёсса представляетъ Минусинская котловина, замкнутая со всѣхъ сторонъ горами и пересѣченная съ юга на сѣверъ р. Енисеемъ; на лѣвомъ берегу послѣдняго въ предѣлахъ котловины расположены довольно обширныя сухія степи Качинская, Абаканская и Койбальская съ многочисленными солончаками и солеными озерами, съ холмами и грядами, сложенными изъ девонскихъ отложений. Это область развѣванія; преобладающіе юго-западные вѣтры при переходѣ черезъ Кузнецкій Алатау отдаютъ гольцамъ и густымъ лѣсамъ послѣдняго всю свою влагу и въ Минусинской котловинѣ становятся сухими; въ указанныхъ степяхъ осадки рѣдки, даже зимой снѣга

¹⁾ Г. И. Танфильевъ. Бараба и Кулундинская степь въ предѣлахъ Алтайскаго округа. Труды Геол. части Каб. Е. И. В. т. V, вып. 1, стр. 143—152. Авторъ считаетъ лёссъ этихъ степей воднымъ, продуктомъ выноса мути изъ морены ледника, а частью, можетъ быть, продуктомъ водной переработки нижележащихъ миоценовыхъ глинъ (стр. 168); приводимыя имъ доказательства совершенно не убѣдительны, но мы не имѣемъ возможности въ настоящей статьѣ подвергать ихъ разбору.

выпадаетъ мало и онъ сдувается вѣтрами; процессы физическаго вывѣтриванія господствуютъ почти цѣлый годъ. На правомъ берегу Енисея въ Минусинской степи мы находимъ область отложенія болѣе грубаго матеріала въ видѣ песковъ, которыми славятся, на примѣръ, окрестности г. Минусинска, а еще восточнѣе начинается область лёсса, который покрываетъ восточную часть котловины и поднимается даже на лѣсистыя предгорія Саяна, достигая здѣсь до 10—15 саж. мощности. По П. К. Яворскому, у котораго мы находимъ приводимыя данныя ²⁾, лёссъ типичный, однородный, неслоистый, пористый буровато-желтаго цвѣта; въ долинахъ рѣкъ и въ углубленіяхъ почвы онъ имѣетъ наибольшую мощность, на склонахъ горъ постепенно утоняется отъ подошвы къ вершинѣ, гдѣ иногда даже отсутствуетъ. Область его распространенія вообще совпадаетъ съ районами степнымъ и подтаежнымъ; по долинамъ рѣкъ широтнаго направленія лёссъ проникаетъ особенно далеко. Этому изслѣдователю случилось даже видѣть, какъ въ ноябрѣ 1892 г. юго-западный вѣтеръ, дувшій нѣсколько дней, отложилъ на снѣгѣ, выпавшемъ незадолго передъ тѣмъ въ г. Минусинскѣ, на деревьяхъ, зданіяхъ слой тонкой пыли около 1,5 мм. мощности. Мнѣ самому пришлось видѣть въ декабрѣ 1910 г. вблизи с. Чебаки уже на сѣверной окраинѣ котловины, сколько пыли вздымалъ юго-западный вѣтеръ вмѣстѣ со снѣгомъ на степи, накопляя эту смѣсь пыли и снѣга въ рытвинахъ, логахъ, оврагахъ и т. п.

Къ поверхности минусинскій лёссъ на 0,4—0,8 м. переходитъ въ черноземъ и благодаря его наличности восточная часть Минусинскаго округа славится своимъ плодородіемъ; границы земледѣльческой области совпадаютъ съ границами распространенія лёсса.

Относительно распространенія лёсса на западной окраинѣ Минусинской котловины мы не встрѣчаемъ указаній у мѣстныхъ изслѣдователей; между тѣмъ по струевой гипотезѣ здѣсь также могъ бы быть лёссъ: восточныя предгорія Кузнецкаго Алатау заняты степями; на нихъ имѣются выходы коренныхъ породъ, подвергающіеся вывѣтриванію; не отсутствуютъ и атмосферныя осадки; т. е. условія накопленія лёсса по струевой гипотезѣ имѣются—но лёсса нѣтъ. Слѣдовательно Минусинская котловина представляетъ еще одинъ примѣръ, подтверждающій справедливость эоловой гипотезы.

Еще дальше къ востоку мы встрѣчаемъ лёссъ въ окрестностяхъ г. Иркутска—на плоскихъ высотахъ, окаймляющихъ долины рѣкъ Ангары и Иркуты и сложенныхъ изъ юрскихъ угленосныхъ отложеній; лёссъ образуетъ толщу до нѣсколькихъ аршинъ мощности, неслоистъ, пористъ, имѣетъ буровато-желтый цвѣтъ и отличается отъ типичнаго нѣсколько большимъ содержаніемъ песка, почему онъ болѣе рыхлый. Толща его *увѣнчиваетъ* высоты, на примѣръ, Кайской горы между вокзаломъ и низовьемъ р. Иркуты, Герусалимской горы на правомъ берегу Ангары и

¹⁾ Геологическія изслѣдованія 1893 г. въ сѣверо-восточной части Минусинскаго окр. Горн. Журналъ 1894 г. т. IV, стр. 252—255.

т. п.; болѣе значительныя высоты, съ которыхъ могъ бы быть намытъ этотъ лёссъ, согласно струевой гипотезѣ, находятся на разстояніи нѣсколькихъ верстъ и отдѣлены отъ указанныхъ горъ долинами или, по крайней мѣрѣ, глубокими сѣдловинами, также болѣе или менѣе покрытыми лёссомъ; это доказываетъ, что современный рельефъ мѣстности былъ уже созданъ до начала лёссоваго періода и что струевая гипотеза не можетъ объяснить накопленіе иркутскаго лёсса.

Эоловая гипотеза, при знаніи мѣстныхъ условій, вполне примѣнима и здѣсь. Иркутскъ расположенъ въ южномъ углу того обширнаго амфитеатра горъ Саянскихъ и Байкальскихъ, который Эд. Зюссъ назвалъ по имени этого города; эти горы покрыты густыми лѣсами и имѣютъ влажный климатъ, но арена амфитеатра по обоимъ берегамъ Ангары на 200—300 верстъ къ сѣверу отъ Иркутска представляетъ много сухихъ степей, почему здѣсь и живутъ издавна кочевники—скотоводы буряты. Ни пустынь, ни пустыне-степей мы здѣсь, впрочемъ, не находимъ, такъ какъ арена открыта на NW, откуда вѣтры приносятъ достаточно осадковъ. Тѣмъ не менѣе обширныя Балаганскія степи представляютъ область развѣванія; кто жилъ въ Иркутскѣ весной, не могъ не замѣтить тѣхъ пыльных бурь, которыя налетаютъ въ это время года съ сѣверо-запада и обыкновенно заканчиваются выпаденіемъ болѣе или менѣе обильнаго снѣга, а позже—дожда; пыльное состояніе атмосферы въ Иркутскѣ (сухая мгла) не рѣдкость въ концѣ весны и въ началѣ лѣта.

Эоловая пыль приносится теперь, приносилась и прежде, быть можетъ и въ большемъ количествѣ, съ арены амфитеатра въ его южный уголь—естественное мѣсто для ея отложенія; здѣсь арена замыкается горами, здѣсь должна происходить смѣна воздушныхъ теченій; весной, когда въ степяхъ уже жарко, на горахъ еще прохладно, еще таютъ остатки зимняго снѣга, еще не исчезла влага верхнихъ слоевъ почвы, затѣненной лѣсами.

Есть въ Иркутскомъ амфитеатрѣ и вторая область отложенія—пески, хотя и не въ такой формѣ развитія, какъ на окраинахъ настоящихъ пустынь; сѣвернѣе Иркутска и южнѣе Балаганскихъ степей мы находимъ на аренѣ амфитеатра поясъ песковъ въ нѣсколько десятковъ верстъ ширины; онъ начинается немного сѣвернѣе р. Иркуты и тянется до р. Бѣлой; мѣстность здѣсь плоскохолмистая, большею частью покрыта сосновымъ лѣсомъ; почва песчаная; мѣстами есть и оголенные пески. Я не буду утверждать, что прежде здѣсь существовали настоящіе сыпучіе пески, позднѣе только заросшіе; вполне возможно, что благодаря лучшимъ климатическимъ условіямъ, здѣсь всегда были лѣса, подъ защитой которыхъ отлагались болѣе грубыя эоловыя матеріалы, приносимые сѣверо-западными вѣтрами.

Вообще, благодаря климатическимъ условіямъ, которыя прежде едва ли были много хуже современныхъ, этотъ лёссовый районъ имѣетъ свои особенности: область развѣванія представляетъ не пустыню, а степь, съ

которой вѣтра уносятъ, конечно, меньше матеріала; область песковъ покрыта лёсомъ, который успѣшно борется съ слабымъ накопленіемъ песка; лёссъ покрываетъ сравнительно небольшую площадь и не отличается мощностью.

Передвинемся еще дальше къ востоку, за озеро Байкаль. Въ юго-западномъ Забайкальѣ присутствіе лёсса установлено уже Черскимъ, а мнѣ пришлось изучить этотъ районъ въ 1895—98 гг. довольно подробно. Лёссъ здѣсь мало мощный, очень песчаный, но все-таки съ характерными своими свойствами: неслоистый, пористый, содержитъ раковины наземныхъ моллюсковъ и кости млекопитающихъ; онъ покрываетъ мѣстами и дно долинъ (въ полосѣ развитія современнаго аллювія), поднимается на склоны и вершины холмовъ и горъ, покрываетъ часто высшія точки рельефа, на которыя онъ не могъ быть намытъ ни откуда, такъ какъ этотъ рельефъ, за исключеніемъ мелкихъ деталей, созданъ до начала лёссоваго періода.

Лёсовый районъ юго-западнаго Забайкалья имѣетъ много своеобразнаго: области развѣванія и отложенія расположены здѣсь въ перемежку. Климатъ страны сухой, зимы малоснѣжны; зимой и весной очень часты вѣтры, поднимающіе массу пыли; источникъ послѣдней находится тутъ же въ видѣ послѣтретичныхъ озерныхъ песковъ, болѣе древнихъ, чѣмъ лёссъ, развитыхъ по всеѣмъ долинамъ и поднимающихся довольно высоко на склоны горъ. Когда обсохли послѣтретичныя озера, получившія стоки въ оз. Байкаль, ихъ песчанья ложа, занимавшія обширныя пространства, подверглись развѣванію; поднимавшаяся съ нихъ пыль отлагалась на сосѣднихъ высотахъ, покрытыхъ лёсомъ или степью; болѣе грубыя частицы скоплялись въ видѣ сыпучихъ песковъ на окраинахъ долинъ. Эта близость областей развѣванія и отложенія обусловила особенность Забайкальскаго лёсса—его сильную песчанность, такъ какъ вмѣстѣ съ пылью отлагалось слишкомъ много мелкихъ песчинокъ.

Озерные наносы постепенно уничтожались развѣваніемъ и размывомъ и теперь мѣстами уже исчезли совершенно; на днѣ долинъ мы можемъ нерѣдко встрѣтить выходы коренныхъ породъ или толщи аллювія. Но значительные остатки озерныхъ песковъ продолжаютъ развѣваться и теперь, превращаясь частью въ лёссъ, частью въ сыпучіе пески, которые мы можемъ встрѣтить довольно часто рядомъ съ отложеніями лёсса; эти сыпучіе пески, передуваемые вѣтрами, также даютъ нѣкоторое количество пыли въ дополненіе къ получающейся изъ озерныхъ наносовъ, изъ рѣчного аллювія, обнаженнаго въ террасахъ рѣкъ, на островахъ и отмеляхъ въ сухое время года, изъ вывѣтривающихся многочисленныхъ скалъ и утесовъ. Я полагаю, что нѣкоторое количество золы пыли приносится въ описываемый районъ издалека—съ юга, изъ Вост. Монголіи; этотъ районъ непосредственно переходитъ на югъ въ лёссовый районъ, расположенный между Кяхтой и Ургой на сѣверной окраинѣ Великой Гоби; но пыль эта, прошедшая столь длинный путь, очень мелкая и не

изъ нея одной созданъ забайкальскій лёссъ; въ немъ преобладаетъ болѣе грубый мѣстный матеріалъ.

Юго-западнымъ Забайкальемъ, примыкающимъ къ окраинѣ Великой Гоби, главной области развѣванія въ Азій, мы закончимъ нашъ краткій обзоръ лёссовыхъ районовъ этого материка. Повсюду—отъ Каспійскаго моря до береговъ р. Селенги мы видѣли законмѣрное сочетаніе областей развѣванія и отложенія и аналогичныя условія генезиса лёсса; различная мощность, различный характеръ лёссовыхъ толщъ находили себѣ естественное объясненіе въ мѣстныхъ особенностяхъ климата, рельефа и площадей развѣванія. Эти условія и не могли быть тождественны на протяженіи 20 градусовъ по широтѣ и 60 по долготѣ, но эоловая гипотеза оказалась примѣнимой повсюду, тогда какъ струевая для своего примѣненія потребовала бы содѣйствія такихъ недоказанныхъ предположеній, какъ исчезновеніе болѣе значительныхъ высотъ, съ которыхъ намывался лёссъ, проложеніе глубокихъ долинъ уже послѣ образованія лёсса, вообще серьезнаго измѣненія рельефа; прибѣгая къ струевой гипотезѣ, мы должны были бы придти къ выводу, что въ большинствѣ описанныхъ районовъ новый лёссъ уже образовываться не можетъ, а происходитъ только перемываніе старыхъ толщъ, перемѣщеніе лёсса съ мѣста на мѣсто. Между тѣмъ во всѣхъ этихъ районахъ лёссъ образуется и теперь, при современныхъ условіяхъ климата, рельефа и растительности.

Разсмотримъ теперь подробнѣе самый процессъ „наиленія“, рисуемый защитниками струевой гипотезы.

Процессъ заполнения степныхъ впадинъ лёссомъ, который изложилъ Рихтгофенъ въ первомъ томѣ „China“, лежитъ въ основѣ струевой гипотезы, но съ болѣе или менѣе полнымъ устраненіемъ роли вѣтра. Эта гипотеза предполагаетъ, что обнаженія коренныхъ породъ даютъ при вывѣтриваніи мелкую пыль, минеральныя чистяцы, которыя смываются дождевыми струйками на нижележащія склоны, отлагаются на поверхности почвы между стеблями степныхъ травъ и, нарастая такимъ образомъ въ теченіи вѣковъ, даютъ толщи неслоистаго лёсса.

Но при такомъ мѣстномъ происхожденіи лёссоваго матеріала составъ коренныхъ породъ долженъ былъ бы сильно отражаться на составѣ лёсса; вѣдь нельзя же себѣ представитъ, что на склонѣ высотъ, сложенныхъ изъ чистаго, бѣлаго кварцита, получится лёссъ того же состава и цвѣта, какъ на склонѣ высотъ изъ чернаго глинистаго сланца или изъ краснаго известняка; на первомъ склонѣ должно получиться минимальное количество бѣлаго лёсса, на второмъ—много сѣраго, на третьемъ—немного краснаго; лёссъ перваго склона будетъ очень бѣденъ глиноземомъ и растворимыми солями, лёссъ втораго будетъ содержать мало кварца и извести, лёссъ третьяго—еще меньше кварца, но много извести и желѣза. Между тѣмъ я лично не видѣлъ нигдѣ и въ литературѣ не читалъ, чтобы лёссъ быстро мѣнялся въ своемъ цвѣтѣ и составѣ въ зависимости отъ соедѣнныхъ выходовъ горныхъ породъ. Напротивъ, на огромныхъ простран-

ствахъ, залегая вблизи всевозможныхъ горныхъ породъ, лёссъ сохраняетъ одинъ и тотъ же цвѣтъ и приблизительно одинъ и тотъ же составъ. Эта однородность лёсса въ цѣлыхъ районахъ только и можетъ быть объяснена въ томъ случаѣ, если онъ состоитъ преимущественно изъ пыли экзотической; продукты разрушенія всевозможныхъ горныхъ породъ, замѣствованные въ обширныхъ областяхъ развѣванія, перемѣшанные другъ съ другомъ въ воздушныхъ потокахъ, только и могутъ дать такую однообразную пыль. На примѣрѣ Китая, гдѣ красноватый лёссъ нижнихъ горизонтовъ смѣняется буро-желтымъ верхнимъ, мы видѣли, какъ отражается на составѣ пыли сильное измѣненіе состава преобладающихъ породъ въ области развѣванія; юго-западное Забайкалье дало намъ примѣръ сильнаго вліянія состава преобладающихъ развѣваемыхъ породъ на составъ близлежащаго лёсса.

Примѣръ, приводимый А. П. Павловымъ изъ Туркестана ¹⁾, кажется мнѣ совершенно неубѣдительнымъ. Авторъ прослѣдилъ, какъ твердый бѣлый гранитъ смѣняется бѣлой же массой разъединившихся гранитныхъ минераловъ; далѣе ихъ скопленіе обогащается порошковатымъ веществомъ и приобретаетъ желтоватый цвѣтъ; еще далѣе порошковатый лёссовый матеріалъ становится преобладающимъ и порода принимаетъ обычный цвѣтъ лёсса и сильно вскипаетъ съ кислотой. Это наблюдение доказываетъ только, что вблизи выходовъ гранита въ составѣ почвы преобладаютъ продукты его разрушенія, что вполнѣ естественно не только для лёссовыхъ странъ, но для элювія и делювія въ любомъ мѣстѣ; чѣмъ дальше отъ выходовъ гранита, тѣмъ больше гранитная дресва, уже въ болѣе разложившемся состояніи (такъ какъ она дольше подвергалась процессамъ вывѣтриванья), перемѣшивается съ лёссовой пылью, нанесенной вѣтрами, которая наконецъ становится господствующей. Чтобы доказать, что данный лёссъ произошелъ изъ мѣстнаго гранита, нужно сдѣлать анализы свѣжаго гранита, его дресвы въ различныхъ стадіяхъ разложенія и наконецъ чистаго лёсса, прослѣдить и объяснить закономерность тѣхъ измѣненій химическаго и минералогическаго состава, которые конечно обнаружатся въ томъ случаѣ, если процессъ разрушенія гранита дѣйствительно далъ въ конечномъ результатѣ лёссъ.

Такого доказательства А. П. Павловъ не далъ. Но онъ говоритъ далѣе: „довольно значительныя массы лёсса, но съ частыми выклинивающимися прослоечками неокатанныхъ минераловъ распавшагося гранита наблюдаются уже въ долинахъ Акъ-тау“. Почему же гранитная дресва сохранилась въ этихъ прослойкахъ, а не превратилась также въ лёссъ? Это должны объяснить предшествующія слова автора: „среди примѣровъ образованія такимъ способомъ лёсса оказался одинъ особенно интересный тѣмъ, что онъ далъ возможность прослѣдить разныя стадіи дробленія или распада гранита, образующаго горы Акъ-тау, *постепенное измѣненіе*

¹⁾ О древнѣйшихъ на землѣ пустыняхъ, стр. 10.

большой части продуктовъ этого дробленія въ лёссовидный матеріалъ, далѣе стадіи сортировки или отмучиванья этого матеріала пролювіальными потоками ¹⁾ и образованіе толщъ лёсса задоргомскихъ овраговъ.“

Итакъ, слѣдовательно, кромѣ процессовъ вывѣтриванья, происходитъ процессъ отмучиванья его продуктовъ пролювіальными потоками. Но тотъ и другой процессы привели бы къ совершенно инымъ результатамъ, чѣмъ предполагаетъ авторъ; разсмотримъ ихъ немного подробнѣе.

Въ странахъ съ сухимъ климатомъ преобладаетъ физическое вывѣтриванье; такая неоднородная и грубозернистая порода, какъ гранитъ, сначала распадается на свои составныя минеральныя части—кварцъ, полевые шпаты, слюду и ея эквиваленты, магнетитъ, титанитъ; затѣмъ эти минералы распадаются въ свою очередь на кусочки по трещинамъ спайности и давленія; влага, пропитывающая дресву гранита во время дождя, таянія снѣга, росы обуславливаетъ возможность и химическихъ процессовъ; начинается разрушеніе полевыхъ шпатовъ—превращеніе ихъ въ глину съ удаленіемъ K_2O , Na_2O , CaO ; біотитъ и роговая обманка цріобрѣтаютъ ржавый цвѣтъ, благодаря образованію окисловъ желѣза, извлекаемаго изъ бисиликата; магнетитъ превращается въ бурый желѣзнякъ и охру. Образовавшіяся растворимыя соли щелочей и щелочныхъ земель постепенно выщелачиваются водой и уносятся ею или вглубь или по поверхности въ дождевыхъ струйкахъ; въ концѣ концовъ гранитъ, порода богатая кварцемъ, превращается въ глинистый песокъ, окрашенный въ болѣе или менѣе яркій желтый цвѣтъ въ зависимости отъ количества бисиликатовъ и магнетита, давшихъ водные окислы желѣза.

Что могутъ сдѣлать съ этимъ охристо-глинистымъ пескомъ процессы отмучиванья пролювіальнымъ потоками? Они должны уносить болѣе легкія глинистыя частицы, оставляя болѣе тяжелыя песчинки; они должны также уносить растворимыя соли. Слѣдовательно вблизи гранита долженъ оставаться песокъ, а глина будетъ отложена ниже по склону. Если предположить, что работаютъ исключительно дожди небольшой силы, то получится постепенный переходъ отъ болѣе грубаго песка, лежащаго вблизи гранита, къ глиня, расположенной всего дальше. Но дожди бываютъ, конечно, разной силы; нѣсколько болѣе сильныя смываютъ не только глину, но и песокъ, а еще болѣе сильныя—также кусочки болѣе или менѣе разложившейся дресвы; по мѣрѣ того, какъ дождевыя струйки дробятся, теряютъ воду просачиваньемъ въ почву, они теряютъ и свой матеріалъ; дресва и песокъ осядутъ раньше и ближе, глина позже и далѣе: на слѣдъ глины, отложенномъ слабыми дождями, осадетъ тонкій слѣдъ песка и дресвы или одного песка; потомъ нѣкоторое время въ данномъ мѣстѣ будетъ опять отлагаться глина; сильный ливень потащитъ внизъ

¹⁾ Курсивъ мой.

по склону не только дресву, но и щебень гранита и отложить ихъ тонкимъ выклинивающимся слоемъ поверхъ песка или глины. Словомъ, при работѣ пролювіальныхъ потоковъ должно получиться отложеніе слоистое; слоистость можетъ быть не очень ясная, но все таки замѣтная, благодаря перемежаемости матеріала различной крупности зерна, принесеннаго струйками различной силы на данное мѣсто; однородный неслоистый лёссъ получиться не можетъ.

Признаковъ той сортировки матеріала, о которой говоритъ А. П. Павловъ, въ описываемомъ имъ примѣрѣ на лицо нѣтъ, за исключеніемъ выклинивающихся прослоекъ гранитной дресвы; эти прослойки дѣйствительно пролювіальнаго происхожденія, ихъ создали сильные дожди, какъ давно уже объяснилъ Рихтгофенъ, онѣ встрѣчаются въ лёссѣ повсюду вблизи горныхъ склоновъ и выходовъ коренныхъ породъ. Но если бы имѣла мѣсто и болѣе тонкая сортировка, то мы должны были бы видѣть вблизи гранита преобладаніе свѣтлаго болѣе грубого песка, переходящаго внизъ по склону въ песокъ болѣе мелкій и болѣе глинистый съ неясными прослойками глины, а еще ниже—преобладающую глину или суглинокъ съ прослойками мелкаго песка. Словомъ цвѣтъ и составъ почвы долженъ былъ бы измѣняться съ разстояніемъ отъ коренной породы, хотя бы корни степныхъ травъ въ концѣ концовъ уничтожили первоначальную слоистость этой почвы. Но это уничтоженіе должно быть сильнѣе въ глубокихъ горизонтахъ, а близъ поверхности слоистость почвы во всякомъ случаѣ должна быть замѣтна.

Несомнѣнно, что на лёсовую степь горнаго склона дождевыя струйки наносятъ продукты разрушенія вышележащихъ скалъ; **слабыя** приносятъ песчинки, глину, блестки слюды, болѣе сильныя—дресву и щебень. Вотъ почему въ лёссѣ склоновъ всегда можно найти прослойки щебня, прослойки песка—тонкія, выклиниваюціяся, какъ результаты работы одного дождя. Но этотъ разнородный пролювіальный матеріалъ, такъ сказать, тонетъ въ массѣ однороднаго эоловаго, принесеннаго изъ областей развѣванія, осаждающагося по всему склону, изо дня въ день въ большемъ или меньшемъ количествѣ, тогда какъ дожди въ этихъ мѣстностяхъ работаютъ изрѣдка, съ перерывами въ недѣли и мѣсяцы. Кромѣ того чаще случаются не сильные, а слабые дожди, которые только смачиваютъ накопившуюся пыль на поверхности почвы, смываютъ пыль со стеблей травъ и отлагаютъ ее рядомъ на почвѣ, но не въ состояніи перемѣстить даже этотъ мелкій матеріалъ внизъ по склону, потому что дождевая вода жадно поглощается сухой и пористой почвой. Эти слабые дожди играютъ большую роль въ накопленіи лёсса, такъ какъ частицы пыли, свободно лежація на поверхности и смытыя съ травъ, слипаются другъ съ другомъ и, теряя свою подвижность, прилипаютъ къ подстилающей лёссовой массѣ; поэтому послѣдующій болѣе сильный дождь уже не можетъ ихъ смыть, а сильный вѣтеръ не можетъ ихъ унести.

Типичный лёссъ по способу своего отложенія—порода слоистая, потому что онъ отлагается не непрерывно; каждый дождь, освобождающій атмосферу отъ пыли, обуславливаетъ перерывъ въ процессѣ отложенія; тотъ же дождь, прибывающій накопившуюся пыль къ почвѣ, создаетъ поверхность напластованія лёсса. Но такъ какъ матеріаль—экзотическая пыль—осаждается всегда однородный, по крайней мѣрѣ въ теченіе долгихъ періодовъ, то тонкій слой лёсса, отложившійся въ промежутокъ между двумя дождями, не можетъ отграничиваться рѣзко отъ выше и ниже лежащихъ такихъ же тонкихъ слоевъ тождественнаго состава; только чрезвычайный по силѣ ливень, случающійся можетъ быть разъ въ нѣсколько лѣтъ, нанесетъ на поверхность степи щебень, дресву, песокъ и, благодаря рѣзкой разницѣ въ составѣ, крупности зерна и способѣ отложенія матеріала, обусловитъ замѣтный слой.

Не нужно забывать, что процессъ накопленія эоловаго лёсса очень медленный. Единственное наблюденіе, дающее возможность выразить цифрами годовой приростъ лёсса, даетъ намъ Л. Лоци: въ г. Си-ань-фу въ провинціи Шень-си онъ видѣлъ слой лёсса въ 2 метра на китайскихъ могилахъ, имѣющихъ 2000 лѣтъ древности¹⁾; слѣдовательно въ годъ лёссъ нарасталъ только *на одинъ миллиметръ*. Но за годъ могло быть нѣсколько дождей, прибывшихъ пылъ; слѣдовательно каждый изъ лёссовыхъ слоевъ можетъ имѣть мощность только въ десятая доли миллиметра. Понятно, что такая тонкая слоистость въ совершенно однородномъ матеріалѣ не можетъ быть замѣтной, тѣмъ болѣе, что частицы пыли, смоченныя дождемъ, прилипаютъ не только другъ къ другу, но и къ поверхности почвы, т. е. къ предъидущей плоскости напластованія, уничтожая такимъ образомъ эту плоскость, какъ границу между двумя слоями.

При пролювіальномъ образованіи лёсса не можетъ быть такого уничтоженія плоскостей напластованія; осажденіе происходитъ изъ воды, на поверхности, смоченной и выглаженной водой, а матеріаль, какъ указано выше, въ двухъ сосѣднихъ слояхъ не вполне однородный. Вѣдь нельзя же предположить, что данный дождь сноситъ съ выходовъ гранита только тѣ продукты разрушенія, которые находятся въ одной и той же стадіи измѣненія; онъ смочетъ и частицу свѣжаго полеваго шпата, и частицу глины, и песчинку, и блестки слюды въ разныхъ стадіяхъ разложенія, и частицу охры, и частицу магнетита и можетъ отложить рядомъ частицы того же удѣльнаго вѣса, но разнаго состава. Въ отложенномъ матеріалѣ процессы вывѣтриванія должны продолжаться, а въ результатѣ получится полосчатость, пятнистость почвы, напримѣръ ржавая окраска вокругъ принесенной частицы магнетита, біотита, роговой обманки. Въ лёссѣ мы такія явленія наблюдаемъ крайне рѣдко, въ аллювіѣ, элювіѣ и делювіѣ—часто.

¹⁾ По I. Вальтеру: Das Gessetz der Wüstenbildung, стр. 138.

Наконецъ нельзя не подчеркнуть еще разъ, что при пролювіальномъ происхожденія лёсса на его цвѣтъ и составъ неминуемо должны отражаться особенности состава коренныхъ породъ, выходящихъ по сосѣдству и дающихъ матеріалъ для этого лёсса; продукты механическаго и химическаго вывѣтриванія разныхъ горныхъ породъ, въ особенности въ промежуточныхъ стадіяхъ разрушенія, различны и образованіе однороднаго лёсса на разнородныхъ коренныхъ породахъ пролювіальнымъ способомъ совершенно не объяснимо.

Мнѣ остается сказать еще нѣсколько словъ по поводу лёсса Южной Россіи; его происхожденіе, какъ извѣстно, объясняется П. А. Тутковскимъ при помощи той же эоловой гипотезы: отступавшій къ сѣверу великій финно-скандинавскій ледникъ оставлялъ послѣ себя обширныя моренныя площади, настоящія илисто-песчано-валунныя пустыни, на которыхъ и происходило развѣваніе матеріала холодными вѣтрами, дувшими съ ледника, какъ мѣста постояннаго барометрическаго максимума, на югъ, куда они и уносили мелкую пыль, отлагая ее на степяхъ, лежавшихъ южнѣ пояса этихъ моренныхъ пустынь¹⁾.

Стройная гипотеза этого автора, повидмому, должна потернѣть извѣстныя измѣненія въ виду результатовъ новѣйшихъ работъ; такъ напр. Н. І. Криштафовичъ выяснилъ детальными изслѣдованіями окрестностей Люблина, что лёссъ долженъ былъ образовываться не во время отступанія, а во время наступанія ледника какъ Саксонской эпохи, такъ и, въ особенности, Польско-Мекленбургской²⁾. Это, конечно, мѣняетъ карту ну, нарисованную П. Тутковскимъ.

Не входя въ детали обоихъ взглядовъ и не отвергая роли отступавшаго ледника въ процессѣ образованія лёсса Южной Россіи, я хочу только указать на возможность другого источника для части эоловой пыли, создавшей этотъ лёссъ. Если взглянуть на почвенную карту Европейской Россіи, изданную Геологическимъ Комитетомъ, то нельзя не обратить вниманія, что пески низовій Терека, Кумы, Волги и Урала окаймлены съ сѣверозапада степными бурыми почвами—сначала супесями, затѣмъ суглинками свѣтло-бурыми и далѣе каштановыми, на которыхъ по водораздѣламъ появляется свѣтлый суглинистый и глинистый черноземъ съ 4—6% перегноя. Уже за линіей устья Дона—Самара черноземъ становится среднимъ съ 6—8% перегноя и занимаетъ обширную площадь въ видѣ полосы, простиранія WSW—ONO, болѣе широкой на западъ, мѣстами только переходя въ тучный черноземъ съ 8—10% перегноя.

Невольно возникаетъ вопросъ: не закономерно ли и въ данномъ случаѣ сосѣдство песковъ и степныхъ почвъ, т. е. лёсса? Не принесена ли часть эоловой пыли съ юго-востока, изъ пустынь Усть-урта, и часть

¹⁾ Землевѣдѣніе, 1899 г., кн. I—II, стр. 250—298.

²⁾ Записки Ново-Александр. Инст. С. Хозяйства и Лѣсоводства. т. XV, вып. 3, 1902 г., стр. 184—192.

прикаспійскихъ песковъ оттуда-же? Не въ связи ли съ этимъ находится и разница въ составѣ степныхъ почвъ на востокѣ и западѣ лёссовой полосы, такъ какъ на востокѣ количество азіатской пыли должно было быть больше. Мнѣ кажется, что этотъ вопросъ заслуживаетъ вниманія со стороны геологовъ, изучающихъ лёссъ Южной Россіи.

Но при дальнѣйшей разработкѣ вопроса о происхожденіи лёсса вообще на основаніи изученія южно-русскаго лёсса не слѣдовало бы забывать, что этотъ лёссъ претерпѣлъ уже много превратностей судьбы. Благодаря измѣнившимся климатическимъ условіямъ, сравнительному обилію осадковъ, также дѣятельности человекъ, мы видимъ въ Южной Россіи много лёсса вторичнаго, перемѣщеннаго — пролювіального, делювіального, аллювіального, который несомнѣнно сильно затемняетъ дѣло и усложняетъ вопросъ. Не потому ли главными защитниками струевой и другихъ не эоловыхъ гипотезъ являются геологи, работавшіе исключительно на югѣ Россіи и въ Зап. Европѣ, гдѣ условія для изученія лёсса столь же сложны? Мнѣ кажется, что для того, чтобы оцѣнить всю правдоподобность, всю убѣдительность эоловой гипотезы, нужно изучать лёссъ въ Азій, въ тѣхъ странахъ ея, гдѣ климатъ и другія условія существенно не измѣнились, гдѣ и теперь еще происходитъ образованіе эоловой пыли и наростаніе лёсса. Благодаря путешествіямъ по Азій возникла и разработана эоловая гипотеза, въ этой же странѣ нужно искать аргументы и факты для ея опроверженія—если только таковые найдутся, въ чемъ я сильно сомнѣваюсь. А. П. Павловъ сдѣлалъ первую попытку провѣрить струевую гипотезу на азіатскихъ условіяхъ, насколько удачно—я постарался показать выше.

Томскъ,
20 февраля 1911 г.

В. А. Обручевъ.

