В. Докучаевъ.

ИНСТРУКЦІЯ

ДЛЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ

ХАРАКТЕРА И РАСПРОСТРАНЕНІЯ

ЛЕТУЧИХЪ ПЕСКОВЪ.

ИЗДАНА ИМПЕРАТОРСКИМЪ РУССКИМЪ ГЕОГРАФИЧЕСКИМЪ ОБЩЕСТВОМЪ.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.
ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
Вас. Остр., 9 лин., № 12.
1879.

Напечатано по распоряженію Императорскаго Русскаго Географическаго Общества.

Издано подъ наблюденіемъ д. чл. Ю. М. Шокальскаго.

ИНСТРУКЦІЯ ДЛЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ ХАРАКТЕРА И РАСПРОСТРАНЕНІЯ ЛЕТУЧИХЪ ПЕСКОВЪ *).

Между подвижными песчаными холмами и грядами различаютъ три категоріи: 1) *Приморскія дюны* или просто *дюны*, если песчаные холмы образуются на берегу моря или озера; 2) *Материковыя дюны* или *барханы* — если внутри материка. 3) *Рѣчныя* — если въ долинахъ рѣкъ. Для основательнаго изученія характера ихъ необходимы подробныя изслѣдованія, которыя распадаются на двѣ категоріи: 1) Одни относятся къ изученію *климатическихъ условій* данной мѣстности, которыя, обусловливая разрушеніе породъ, подготовляютъ матеріалъ для образованія песковъ; 2) другія же касаются *собственно песковъ*, т. е. ихъ формы, строенія, движенія, физическихъ и химическихъ свойствъ песка и т. д.

Такъ какъ материковые пески наиболѣе распространены на земной поверхности, и наименѣе изслѣдованы, то на нихъ должно быть обращено особенное вниманіе.

I. Программа изслѣдованія характера и распространенія материковыхъ дюнъ или бархановъ.

A) Климатическія условія.

Изслѣдованія климатическихъ условій данной мѣстности должны производиться по инструкціи Главной Физической Обсерваторіи на метеорологическихъ станціяхъ II-го разряда, съ добавленіемъ лишь Климатическія условія.

*) Составлена коммиссіей при Соединенныхъ Отдѣленіяхъ Географіи Математической и Географіи Физической, состоявшей изъ членовъ: І. И. Стебницкій, И. В. Мушкетовъ, С. Ю Раунеръ, Н. А. Соколовъ, М. А. Рыкачевъ и Ю. М. Шокальскій.

болѣе подробныхъ наблюденій надъ скоростью вѣтра на различныхъ высотахъ. Эти послѣднія наблюденія дадутъ возможность правильнаго сужденія о переносѣ песчинокъ. Извѣстно, что скорость вѣтра у поверхности земли, вслѣдствіе тренія, меньше, а потому показанія анемометровъ, находящихся высоко надъ поверхностью, не дадутъ вѣрнаго понятія о скорости вѣтра у поверхности, между тѣмъ именно ею обусловливается передвиженіе песчинокъ. Поэтому слѣдуетъ опредѣлять скорость вѣтра, во первыхъ: при помощи постоянно установленнаго анемометра, такъ чтобы крылья инструмента находились на средней высотѣ гребней бархановъ въ данномъ мѣстѣ; во вторыхъ: для сравнительныхъ наблюденій скорости вѣтра вблизи земной поверхности и на нѣкоторой высотѣ слѣдуетъ пользоваться ручнымъ анемометромъ.

Для изслѣдованія влажности воздуха на постоянной станціи необходимо устанавливать психрометръ и волосной гигрометръ въ цинковую цилиндрическую клѣтку, которая въ свою очередь помѣщается въ деревянную будку*): такая клѣтка необходимо должна быть снабжена вентиляторомъ, который нужно приводить въ движеніе за 2 минуты до наблюденія, иначе, вслѣдствіе застоя воздуха въ клѣткѣ и ея нагрѣванія, показанія термометровъ будутъ слишкомъ велики.

Для наблюденія влажности въ различныхъ пунктахъ степи можно пользоваться психрометромъ Фуса меньшихъ размѣровъ, на станкѣ съ вентиляторомъ, вращаемымъ часовымъ механизмомъ, (термометры лучше имѣть изъ іенскаго неизмѣняющагося стекла и съ дѣленіями черезъ $\frac{1}{5}$°); если такого инструмента подъ рукою не имѣется, то можно употреблять небольшой психрометръ Фуса безъ вентилятора, термометры раздѣленные черезъ 1°, въ этомъ случаѣ наблюдатель бумажкою долженъ самъ производить искусственный вѣтеръ около шариковъ. Для контроля можно имѣть волосной гигрометръ Ноде въ круглой мѣдной коробкѣ. Какъ психрометръ, такъ и гигрометръ за полчаса и никакъ не менѣе какъ за 20 минутъ передъ наблюденіемъ слѣдуетъ ставить въ тѣнь, вентиляторъ пускаютъ въ ходъ минуты за 2 — 3 при началѣ наблюденій и отсчеты дѣлаютъ во время дѣйствія вентилятора. При такихъ предосторожностяхъ можно надѣяться, что эти наблюденія дадутъ хорошіе результаты.

---

*) Подробнѣе установку смотри въ «Инструкціи Главной Физической Обсерваторіи».

При наблюденіяхъ въ Арало-Каспійской низменности слѣдуетъ указывать присутствуютъ-ли въ атмосферѣ частички соли. Климатическія условія мѣстности, гдѣ находятся барханы, должны быть особенно подробно изучены, такъ какъ появленіе и развитіе ихъ зависитъ главнымъ образомъ отъ климата.

Слѣдуетъ производить также наблюденія надъ температурою бархановъ, на различныхъ глубинахъ, руководствуясь инструкціею Главной Физической Обсерваторіи.

B) Наблюденія касающіеся собственно бархановъ.

Площадь летучаго песка.

a) Опредѣлить размѣры и фигуры площадей летучаго песка, съ указаніемъ представляютъ-ли они сплошныя площади голаго подвижнаго песка, или пески являются отдѣльными площадями, покрытыми растительностью и перемежающимися съ площадями лѣса, полей, болотъ, глинистыхъ такыровъ, соровъ и пр. Указать, на какомъ разстояніи находятся пески отъ деревень, урочищъ, колодцевъ, обозначенныхъ на подробныхъ картахъ.

Происхожденіе песковъ.

b) Указать причины появленія песковъ въ данной мѣстности, т. е. перенесены-ли они вѣтромъ изъ сосѣднихъ песчаныхъ площадей, или образовались на мѣстѣ и какія породы послужили матеріаломъ къ ихъ образованію: разрушеніе-ли дѣйствіемъ атмосферы различныхъ песчаниковъ и мергелей (напр. третичные и мѣловые въ Ханъ-Хаѣ и Кизиль-Кумахъ) или пески образовались изъ песчаной почвы, изъ которой выдуты вѣтромъ органическія вещества, вслѣдствіе разрыхленія ея распашкой, пастьбой скота, корчеваніемъ пней или уничтоженіемъ растительности, проложеніемъ дорогъ и пр.

Форма бархановъ и высота ихъ.

c) Летучій песокъ образуетъ скопленія опредѣленной формы въ зависимости отъ двухъ факторовъ: направленія господствующаго вѣтра и орографіи мѣстности. Чѣмъ одинъ и тотъ же вѣтеръ постояннѣе, чѣмъ поверхность ровнѣе, тѣмъ форма накопленія летучаго песка типичнѣе: она представляетъ неравносклонный холмъ высотою до 40 футовъ и болѣе, съ полулуннымъ, крутымъ подвѣтреннымъ склономъ (отъ 30° — 40° maximum) и съ длиннымъ, пологимъ навѣтреннымъ склономъ (отъ 5° — 16°). Такія накопленія песка называются барханами. У старыхъ бархановъ полулунная выемка на крутомъ подвѣтренномъ склонѣ часто засыпается пескомъ и тогда барханъ представляетъ почти правильную конп-

ческую горку, только съ болѣе крутымъ подвѣтреннымъ склономъ. Всякая неровность на поверхности, гдѣ образуется барханъ, измѣняетъ эту типичную форму, причемъ нерѣдко барханы превращаются въ гряды съ ровнымъ, прямымъ или зубчатымъ и волнистымъ гребнемъ. Въ бугристыхъ пескахъ форма бархановъ весьма неправильна и на вершинѣ каждаго изъ нихъ находятся кустарники, возрастающіе вмѣстѣ съ возвышеніемъ бархана. При наблюденіи песчаной площади нужно указать:

1) какого рода барханы преобладаютъ въ ней: типичные, бугристые, или грядовые; въ послѣднемъ случаѣ опредѣлить направленіе простиранія гребня гряды и крутизну склоновъ;

2) измѣрить (горнымъ компасомъ) уголъ наклона подвѣтреннаго и навѣтреннаго склоновъ, по возможности, у большаго количества бархановъ;

3) описать характеръ котловинъ выдуванія, залегающихъ между барханами;

4) указать характеръ ряби на навѣтренномъ склонѣ бархана;

5) опредѣлить высоту бархана надъ окружающей мѣстностью, причемъ надо указать наибольшую высоту и среднюю, чаще повторяющуюся. При такихъ измѣреніяхъ высоты бархана нужно быть осторожнымъ, чтобы не причислить къ высотѣ бархана высоту того пьедестала изъ основныхъ породъ, на которыхъ часто располагаются барханы; такъ напр. на Аму-дарьѣ летучій песокъ, покрывая нерѣдко высокіе увалы изъ третичныхъ породъ, съ перваго взгляда, кажется, какъ-бы слагаетъ барханы до 150 м. высотою, тогда какъ на самомъ дѣлѣ толщина собственно барханнаго песка не болѣе 3 — 4 м., а отдѣльные барханы — не болѣе 10 м. высотою. Такимъ образомъ на волнистой поверхности можно прійти къ совершенно невѣрному заключенію о размѣрахъ бархановъ; чтобы этого избѣгнуть, нужно внимательно осматривать междубарханныя котловины, гдѣ часто видны выходы основныхъ породъ, по которымъ и ориентироваться.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ слѣдуетъ просто пробовать твердую почву длиннымъ шестомъ у подошвы подвѣтреннаго склона барханова или выкапывать небольшія ямки до коренной породы.

Строеніе барханa

d) Вслѣдствіе частаго колебанія въ напряженности вѣтра въ барханахъ замѣчается слоистость, образующаяся отъ чередованія болѣе мелкаго песка со слоями нѣсколько болѣе крупнаго. Надо указывать толщину слоевъ мелкаго песка, ибо, если песокъ разной крупности лежитъ слоями, то прохожденіе воды обусловливается исключи-

тельно слоями болѣе мелкаго песка. Извѣстенъ кромѣ того и слѣдующій фактъ: если положить на мокрый крупный песокъ сухой слой болѣе мелкаго песка, то этотъ послѣдній втягиваетъ въ себя влагу; обратнаго же явленія не происходитъ. Слѣдовательно въ барханѣ чередуются слои влажнаго песка со слоями болѣе сухаго. Въ случаѣ нахожденія въ барханѣ слоевъ, окрашенныхъ перегноемъ (рѣдко) и содержащихъ сгнившіе куски стволовъ, корней, хвои и прослойковъ лессовидной глины (характерно для бархановъ; напр. въ барханахъ Ферганы, гдѣ прослойки имѣютъ 10 — 15 мм. толщины), то слѣдуетъ опредѣлить: толщину и плотность ихъ, такъ какъ большая или меньшая степень плотности этихъ прослойковъ имѣетъ большое значеніе въ распредѣленіи воды; глубину залеганія отъ поверхности бархана, а также указать на характеръ залеганія прослойковъ, т. е. располагаются-ли они горизонтально или наклонно, подъ какими углами къ горизонту и идутъ-ли они параллельно подвѣтренному и навѣтренному склону бархана.

Строеніе основанія (Unterlage) или пьедестала бархана.

е) Опредѣлять изъ какихъ породъ состоятъ основаніе (Unterlage) или пьедесталъ, на которыхъ расположены барханы, съ указаніемъ, представляетъ-ли основаніе для воды непроницаемый пластъ или наоборотъ.

Способы передвиженія песчинокъ, величина и форма ихъ; скорость поступательнаго движенія барханов.

f) Какими способами происходитъ движеніе песчинокъ подъ вліяніемъ вѣтра: перекатываніемъ по поверхности бархана съ навѣтреннаго на подвѣтренный склонъ, или скачками; въ послѣднемъ случаѣ указать длину и высоту скачка; затѣмъ, не совершается-ли перемѣщеніе песчинокъ путемъ болѣе или менѣе медленнаго передвиженія маленькихъ песчаныхъ грядокъ или песчаной ряби (ripple marks). И наконецъ, переносятся-ли мелкія песчинки во взвѣшенномъ состояніи въ атмосферѣ и на какой высотѣ (по Байбергу—до 50 мет. во время бури). Указать на *величину* передвигаемыхъ песчинокъ и *способы* передвиженія ихъ при *различныхъ скоростяхъ вѣтра*, а также и форму песчинокъ. Указать на передвиженіе песка рыхлаго (напр. разбитаго скотомъ) и въ естественномъ состояніи, также въ зависимости отъ скорости вѣтра. Опредѣлить *скорость поступательнаго движенія барханов*. Для этой цѣли выбрать нѣсколько крайнихъ бархановъ и установить на нихъ постоянные знаки, отъ которыхъ производить ежемѣсячно, особенно послѣ каждой сильной бури, измѣренія въ сторону преобладающаго движенія песка. Или если барханы приближаются къ какимъ-либо постояннымъ предметамъ, къ лѣсу, къ отдѣльно стоящимъ деревьямъ, къ какому нибудь зданію или поселенію, то измѣрить

разстояніе между подножіемъ подвѣтреннаго склона бархана и данными предметами. Также собрать свѣдѣнія о движеніи песковъ за извѣстный болѣе продолжительный періодъ времени путемъ сравненія старыхъ плановъ съ новыми, или, если это невозможно, то путемъ разспросовъ у мѣстныхъ старожиловъ объ измѣненіяхъ въ площадяхъ летучаго песка. Желательно было бы собрать какъ можно болѣе свѣдѣній въ этомъ отношеніи, чтобы имѣть болѣе или менѣе вѣрное понятіе о средней скорости движенія бархановъ данной мѣстности.

Явленіе самоуспокоенія материковыхъ дюнъ.

g) Замѣчается-ли явленіе самоуспокоенія бархановъ путемъ *зарастанія* поверхности песка *растительнымъ покровомъ*, а также не происходитъ-ли закрѣпленія ихъ *путемъ цементаціи* песка растворами, напр. углекислымъ кальціемъ, магніемъ, кремнекислотой, окисью желѣза и пр., какъ это наблюдалось въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Сахары?

Физическія свойства песка.

h) Особенное вниманіе должно быть обращено на изученіе физическихъ свойствъ песка*), ибо важность подробнаго изученія физическихъ свойствъ вообще почвъ сдѣлается вполнѣ ясною, если припомнить, что теплота, отъ количества и равномѣрности распредѣленія которой зависитъ развитіе растительности, обусловливается не только климатическими условіями, но также и физическими свойствами почвы. То же самое можно сказать и относительно влажности.

Наблюденія эти распадаются на двѣ части:

1) *Отношеніе песка къ теплотѣ* и 2) *Отношеніе его къ водѣ.*

Отношеніе песка къ теплотѣ.

1) Верхніе слои песка нагрѣваются весьма сильно, иногда до 70° С. по показанію Г. Костычева. Интересно произвести большее число измѣреній температуры поверхностей барханъ. Для этой цѣли удобны маленькіе термометры со скалою 20—75° и съ шарикомъ изъ толстаго стекла. Термометры кладутъ на песокъ, а шарикъ прикрываютъ лишь самымъ тонкимъ слоемъ песка. Производить наблюденія слѣдуетъ на различныхъ склонахъ, или лишь на склонахъ наибольшаго и наименьшаго нагрѣванія бархана (вліяніе экспозиціи; извѣстно, что болѣе всего нагрѣваются ЮЗ склоны.

*) О физическихъ свойствахъ песка смотри въ главѣ II статьи «Дюны, ихъ укрѣпленіе и озѣсеніе». С. Рауверъ.

затѣмъ Ю, ЮВ, З, В, СЗ, СВ, С.) и на пескѣ, отличающемся другъ отъ друга по цвѣту, крупности зеренъ, степени влажности и рыхлости.

Отношеніе песка къ водѣ.

2) Весьма интересно съ научной стороны и важно съ практической (напр. для рѣшенія вопроса объ облѣсеніи песковъ) прослѣдить распредѣленіе влажности въ барханѣ въ мѣсяцахъ, отличающихся наиболѣе высокой температурой и отсутствіемъ атмосферныхъ осадковъ. Этотъ вопросъ является для материковыхъ песковъ, и въ особенности для нашихъ Средне-Азіятскихъ, весьма важнымъ и результаты подобныхъ изслѣдованій дадутъ намъ указанія о возможности остановить движеніе песка путемъ культуръ лѣса или травянистыхъ растеній. Для этого во время самыхъ сухихъ и жаркихъ мѣсяцевъ надо брать пробы песка съ различной глубины, начиная съ поверхности бархана. При этомъ слѣдуетъ различать два случая: 1) когда песокъ по мѣрѣ углубленія дѣлается все влажнѣе; 2) когда съ извѣстной глубины влажность песка остается *болѣе постоянной*. Во второмъ случаѣ слѣдуетъ брать *большее* число пробъ песка. Подобныя изслѣдованія слѣдуетъ производить вскорѣ послѣ выпаденія атмосферныхъ осадковъ, съ цѣлью имѣть понятіе о *скорости прохожденія* воды въ барханѣ, и отчасти о *влажности* барханнаго песка. Брать пробу песка слѣдуетъ такъ: захватить стекляннымъ стаканчикомъ песокъ со стѣнокъ выкопанной ямки, затѣмъ стаканчикъ прикрыть хорошо притертой крышкой. Влажность опредѣляется взвѣшиваніемъ на химическихъ вѣсахъ до и послѣ просушки пробы песка при 110° С.

Водоносные горизонты песчаной пустыни.

і) Произвести изслѣдованія о водоносныхъ горизонтахъ песчаной пустыни съ указаніемъ способовъ эксплоатаціи ихъ, т. е. простыми или артезіанскими колодцами. Опредѣлить глубину колодцевъ до горизонта воды, глубину и количество воды, температуру и степень солености (по ареометру Боме). Слѣдуетъ брать образцы воды для химическаго анализа, не менѣе 2 литровъ, въ склянки съ хорошо притертыми пробками. Прослѣдить въ разрѣзахъ колодцевъ порядокъ наслоенія водоносныхъ слоевъ и собрать образцы ихъ. Вообще изслѣдованію надъ распредѣленіемъ, а также и движеніемъ почвенныхъ водъ въ пескахъ, должно быть удѣлено особенное вниманіе, такъ какъ эти данныя дадутъ возможность правильно поставить дѣло превращенія монотонной пустыни въ жизненный оазисъ.

Анализы песковъ.

k) Для того, чтобы судить о физическихъ свойствахъ песка необходимо знать его минералогическій его составъ и имѣть данныя механическаго и химическаго анализа песка.

Анализъ минералогическій.

Минералогическій анализъ дастъ указанія, отъ разрушенія какихъ породъ произошли пески.

Анализъ механическій.

Механическій анализъ дастъ возможность судить о большей или меньшей почвенной капиллярности. Чѣмъ мельче песокъ, тѣмъ мельче и промежутки между песчинками (которыя могутъ быть разсматриваемы какъ цѣлая система капиллярныхъ трубокъ) и тѣмъ большей капиллярностью онъ обладаетъ. Эта послѣдняя обусловливаетъ поднятіе воды изъ нижнихъ слоевъ въ верхніе, по мѣрѣ высыханія ихъ, и тѣмъ вполнѣ обезпечиваетъ пользованіе растеній почвенной водой. Механическій анализъ лучше всего произвести измѣреніемъ крестъ на крестъ діаметра песчинокъ подъ микроскопомъ, а затѣмъ вычисленіемъ средняго діаметра песчинокъ. Понятно, чѣмъ больше измѣреній, тѣмъ точнѣе результаты. (200 — 400 песчинокъ измѣрить, смотря по равномѣрности ихъ, вполнѣ достаточно).

Анализъ химическій.

Результаты химическаго анализа дадутъ возможность судить о содержаніи питательныхъ веществъ въ пескѣ.

Собираніе образцовъ песка.

l) Образцы песка слѣдуетъ брать въ количествѣ не менѣе $1^1/_2$—2 фунтовъ съ различныхъ бархановъ, если песокъ этихъ послѣднихъ различается между собою цвѣтомъ, крупностью зеренъ или какими либо посторонними примѣсями (кусочки известняка, мергеля, глины, раковинъ, цементированный песокъ). Образцы слѣдуетъ брать съ самой вершины бархановъ и изъ котловинъ выдуванія, залегающихъ между барханами, снабжая ихъ точными этикетами съ указаніемъ площади, высоты, части бархана и времени сбора. Собирать окаменѣлости (раковины) цѣльныя, если есть, или даже просто обломки, костяки, заключающіеся въ пескѣ, особенно часто встрѣчаются скелеты грызуновъ, фульгуриты, (часто въ Сѣв. Кизыль-Кумахъ). Брать образцы породъ, обнажающихся въ барханныхъ котловинахъ.

Флора материковыхъ летучихъ песковъ.

т) Растенія материковыхъ песковъ можно раздѣлить на двѣ категоріи:

1) Растенія, встрѣчающіяся въ между-барханныхъ котловинахъ. 2) растенія собственно бархановъ. Первая группа представляетъ иногда большое разнообразіе, такъ какъ въ ней являются какъ характерныя для песковъ растенія, такъ и болотныя, если въ котловинахъ застанвается вода, вслѣдствіе залеганія подъ нимъ, непроницаемаго, для воды, пласта. Вторая группа состоитъ лишь изъ характерныхъ песчаныхъ растеній и является наиболѣе интересной въ томъ отношеніи, что эти растенія первыя участвуютъ въ процессѣ задерненія материковыхъ дюнъ. Поэтому при собираніи растеній указать съ какой части бархана или котловины оно взято, съ приведеніемъ научныхъ и мѣстныхъ названій, а также указать на значеніе этихъ растеній въ хозяйствѣ туземныхъ жителей. Указать на распредѣленіе растеній на пескахъ, т. е. покрыты-ли пески сплошь или отдѣльными болѣе или менѣе правильно расположенными куртинами, или растительность встрѣчается только изрѣдка, отдѣльными экземплярами.

Обратить вниманіе на *развитіе корневой* системы у характерныхъ песчаныхъ растеній (что иногда весьма удобно сдѣлать, такъ какъ часто песокъ выдувается изъ области распространенія корней), т. е. располагается-ли большинство корней *горизонтально*, или они всѣ идутъ въ *глубь*, или наблюдается сочетаніе того и другаго способа расположенія корней. Указать длину корней. Какія растенія имѣютъ особенно развитую корневую систему и тѣмъ самымъ являются хорошо скрѣпляющими песокъ. Наблюдались-ли случаи самоуспокоенія материковыхъ песковъ, т. е. затягиванія поверхности песка растительнымъ покровомъ? Если такіе случаи были, то нельзя-ли указать приблизительно на *продолжительность* процессовъ задерненія данной площади песка и толщину слоя образовавшагося дерна, а также собрать экземпляры растеній, участвовавшихъ въ образованіи растительнаго покрова, или сообщить ихъ научныя и туземныя названія. Какія растенія хорошо переносятъ окучиваніе пескомъ?

Измѣненіе мѣстности движеніемъ материковыхъ дюнъ и вредъ наносимый народному хозяйству.

п) Какія измѣненія происходятъ въ данной мѣстности отъ движенія песковъ: обмеленіе и засыпаніе рѣкъ, отклоненіе ихъ теченія, засыпаніе озеръ, каналовъ, культурной почвы, деревень и пр.

II. Программа для изслѣдованію приморскихъ дюнъ, или просто дюнъ.

A) Климатическія условія.

Смотри въ программѣ I. параграфъ A.

B) Наблюденія, касающіеся собственно дюнъ.

Площадь песка.

a) Размѣры площади, занятой дюнами, и длина береговой линіи въ предѣлахъ распространенія дюнъ.

Распространеніе дюнъ

b) Зависимость появленія и распространенія ихъ отъ топо-орографическаго характера береговъ. Испытываютъ-ли берега, гдѣ находятся дюны, положительное движеніе (т. е. опусканіе), или отрицательное (т. е. поднятіе). Указать на зависимость большаго или меньшаго развитія дюнъ отъ направленія линіи берега моря относительно направленія равнодѣйствующей господствующихъ вѣтровъ. Чѣмъ ближе уголъ, образуемый этими двумя направленіями, подходитъ къ прямому, тѣмъ большаго развитія достигаютъ дюны, и наоборотъ.

Происхожденіе дюнъ.

c) Образуются-ли дюны изъ выбрасываемаго морскими волнами песка, или онѣ образуются, какъ напримѣръ Сестрорѣцкія (исключая сѣверной ихъ части), на счетъ галечнаго песка, подстилающаго ихъ, помощью выдуванія вѣтромъ болѣе мелкихъ песчинокъ. Въ первомъ случаѣ указать на количество выбрасываемаго, въ годъ, волнами песка на одну погонную сажень береговой линіи.

Также весьма важно опредѣлить наблюденіемъ, черезъ сколько времени намытый волнами моря песокъ просохнетъ, такъ что становится возможнымъ передвиженіе его вѣтрами. Происходитъ-ли это передвиженіе песка отъ самаго урѣза воды, или же только на болѣе возвышенной части полосы прибоя, преимущественно на песчаныхъ береговыхъ валахъ. (О береговыхъ валахъ и вообще объ отложеніи песка моремъ смотри «Инструкцію для изслѣдованія морскихъ береговъ» Императорскаго Русскаго Географическаго Общества). Наблюдается-ли движеніе песка вѣтромъ на песчаныхъ отмеляхъ, обнажающихся при большемъ спадѣ воды или, гдѣ существуютъ приливы и отливы, при отливѣ? На какомъ разстояніи отъ самой дальней (отъ моря) линіи прибоя происходитъ образованіе новыхъ

дюнъ; около какихъ предметовъ по преимуществу начинается скучиванье песка вѣтромъ и какую форму имѣютъ зарождающіяся дюны?

Морскія дюны образуются и на высокихъ, крутыхъ берегахъ. Показать, откуда въ подобномъ случаѣ беретъ вѣтеръ песокъ, отлагаемый имъ на верхъ обрыва: снизу-ли, съ полосы прибоя или изъ болѣе древнихъ песчаныхъ отложеній, слагающихъ самый обрывъ? (какъ напримѣръ по западному берегу Ютландіи).

Форма и высота дюнъ.

d) Форма дюнъ зависитъ отъ направленія равнодѣйствующей господствующихъ вѣтровъ и орографіи мѣстности. Такъ какъ морскіе вѣтры являются преобладающими и болѣе постоянными, то приморскія дюны имѣютъ болѣе однообразную форму сравнительно съ материковыми. Типичная дюна имѣетъ пологій навѣтренный, уплотненный, съ небольшою выгнутостью, склонъ (5 — 12°) и *крутой подвѣтренный*, рыхлый склонъ (29—32°) склонъ осыпанія, проэктирующійся на вертикальной плоскости въ видѣ прямой линіи, если дюна подвержена дѣйствію лишь одного вѣтра, въ противномъ случаѣ вершина ея является закругленною. При наблюденіи надъ формою и высотою дюнъ необходимо:

1) Указать какія формы дюнъ преобладаютъ: типичныя или въ видѣ короткихъ разно — и равносклонныхъ грядъ, въ видѣ полумѣсяца, обращенныхъ своею выгнутою открытою стороною къ направленію господствующихъ вѣтровъ, что по мнѣнію г. Соколова происходитъ отъ того, что средняя, болѣе высокая часть дюны выдвигается впередъ, такъ какъ можетъ легче бороться съ препятствіями, встрѣчаемыми ею на пути; или же эта вогнутость происходитъ отъ выдуванія, песокъ же переносится на выдвинувшуюся впередъ часть дюны и увеличиваетъ ея высоту. (Дюны такой формы находятся на лѣвомъ берегу р. Заводской, подъ Сестрорѣцкомъ.)

2) Измѣрить углы наклона навѣтренныхъ и подвѣтренныхъ склоновъ.

3) Указать характеръ ряби на навѣтренномъ склонѣ.

4) Описать характеръ котловинъ выдуванія и указать какими долинами, поперечными или продольными, раздѣлены цѣпи дюнъ.

5) Указать на число цѣпей дюнъ (встрѣчаются 1 — 6 — 7 — 10 рядовъ) и ширину занятой ими прибрежной полосы.

6) Указать на высоту дюны надъ уровнемъ моря и надъ котловиной выдуванія, въ зависимости отъ силы вѣтра и крупности песка.

Строеніе дюнъ.

e) Смотри параграфъ d, программы I.

Прослойки лессовидной глины здѣсь встрѣчаются рѣдко, зато прослойки, окрашенныя перегноемъ — часто.

Строеніе основанія дюнъ.

f) Смотри параграфъ e, программы I. Напримѣръ, Ревельскія дюны налегаютъ на галечный песокъ, а этотъ послѣдній — на глинтъ. Дюны Куршъ-Нерунга—на диллювіальномъ мергелѣ и т. д.

Способы движенія песчинокъ, величина и форма ихъ, скорость поступательнаго движенія дюнъ.

g) Къ параграфу f программы I. можно бы прибавить еще и наблюденіе надъ движеніемъ песка въ водѣ, которая участвуетъ въ образованіи дюнъ. Указать до какой глубины передается движеніе воды при волненіи, для возмущенія морскаго дна. (Нѣкоторые наблюдатели даютъ небольшія цифры, напр. 10 — 25 м., другіе — отъ 50—200 м.) Слѣды песчаной ряби, доказывающей движеніе воды, были наблюдаемы на глубинѣ 188 метровъ. Указать приближаются-ли существующія песчаныя мели къ берегу, или удаляются отъ него; послѣдній случай обусловливается существованіемъ на извѣстной глубинѣ движенія воды, противоположнаго таковому въ верхнихъ слояхъ.

Явленіе самоуспокоенія дюнъ.

h) Смотри параграфъ g, программы I.

Физическія свойства песка.

k) Смотри параграфъ h, программы I. Изслѣдованія относительно распредѣленія влажности въ дюнѣ не имѣетъ здѣсь уже того важнаго значенія, какъ для материковыхъ дюнъ. Большею частью песокъ на глубинѣ 2 вершковъ бываетъ уже совершенно влажный.

Водоносные горизонты дюны.

l) Произвести изслѣдованія о глубинѣ залеганія почвенной воды. Произвести анализъ почвенной воды.

Анализы: Минералогическій — Механическій — Химическій.

m) Смотри параграфъ k, программы I.

Собираніе образцовъ песка.

n) Смотри параграфъ l, программы I.

Флора дюнъ.

o) Смотри параграфъ m, программы I, причемъ растенія дюнъ могутъ быть раздѣлены не на двѣ, а на *три* категоріи: 1) Растенія, встрѣчающіяся между урѣзомъ воды и передовой дюной. 2) Растенія котловинъ выдуванія и долинъ между дюнами. 3) Растенія собственно дюнъ. Первая группа характерна растеніями хорошо переносящими увлажненіе солеиой водой.

Измѣненіе мѣстности отъ движенія дюнъ и вредъ

p) Смотри параграфъ n, программы I. Указать на физико-геологическія измѣненія береговой полосы отъ движенія дюнъ. Перемѣщенія устья рѣкъ, образованіе береговыхъ озеръ, лагунъ, бо-

лотъ. Указать на практикуемые способы укрѣпленія и облѣсенія дюнъ. наносимый народному хозяйству.

III. Программа для собиранія свѣдѣній о характерѣ и распространеніи рѣчныхъ дюнъ.

Рѣчныя дюны зараждаются и преобразовываются такъ же, какъ и морскія, вообще онѣ имѣютъ большое сходство съ ними; съ другой стороны появленіе ихъ зависитъ лишь въ *нѣкоторой степени* отъ климата, такъ что онѣ занимаютъ средину между дюнами и барханами. Поэтому для наблюденія надъ ними должно руководствоваться программами I и II съ добавленіемъ подробныхъ указаній о характерѣ рѣчныхъ долинъ, гдѣ дюны располагаются.

При изслѣдованіи рѣчныхъ дюнъ слѣдуетъ обращать вниманіе на какомъ берегу рѣки расположены дюны. Чаще всего онѣ образуются на томъ берегу, отъ котораго рѣка отступаетъ, т. е. на пологомъ, большею частью лѣвомъ берегу рѣки. Такъ лѣвый берегъ многихъ рѣкъ Россіи, особенно на югѣ и на востокѣ, напр. берега Днѣпра, Дона, Донца, Волги, Оки и многихъ ихъ притоковъ, сопровождается болѣе или менѣе широкой полосой дюнъ, тянущейся нерѣдко безъ перерыва на десятки и даже сотни верстъ. Но иногда рѣчныя дюны встрѣчаются и на высокомъ (нагорномъ) берегу рѣки (дюны по Днѣпру между Черкасами и Чигириномъ и между Хортицею и с. Бѣленькимъ и т. д.).

Образуются-ли дюны въ заливной долинѣ рѣки или же на второй, такъ называемой надлуговой, террасѣ рѣки?

Какому измѣненію подвергаются во время половодья тѣ дюны, которыя расположены въ заливной долинѣ, не образуется-ли при этомъ прослоекъ, отличающихся цвѣтомъ или минералогическимъ составомъ отъ остальной массы песка, что конечно должно отражаться и на внутреннемъ строеніи этихъ дюнъ.

Дюны могутъ также образовываться и на болѣе древнихъ, чѣмъ надлуговая, террасахъ рѣки, и въ такомъ случаѣ слѣдуетъ обратить вниманіе, заимствуетъ ли вѣтеръ песокъ изъ древнихъ рѣчныхъ наносовъ или изъ иныхъ геологическихъ отложеній (напр. изъ песчанистаго лесса, изъ песчаныхъ отложеній болѣе древнихъ геологическихъ періодовъ).

Дюны, находящіяся на высокомъ (правомъ) берегу рѣки, по преимуществу образуются на счетъ болѣе древнихъ песчаныхъ отложеній (такъ напр. дюны близъ села Бѣленькаго на Днѣпрѣ образуются изъ песка сарматскаго возраста), причемъ рѣка является причиною образованія подобныхъ дюнъ только въ томъ отношеніи, что, подмывая берегъ, она обнажаетъ болѣе древнія песчаныя отложенія, которыя и даютъ матеріалъ для дюнъ.