

Лесо-водные очерки¹⁾

О Ч Е Р К 1.

Лес, вода и рельеф; Снегосборные и защитные полосы.

§ 1. Преимущества древесных сообществ над травянистыми.—§ 2. Недостаток влаги. Парадокс тайги.—§ 3. Избыток солей; солонцеватость.—§ 4. Физический недостаток влаги; кризис; нелесопригодность.—§ 5. Очистки до смыкания; густота посадок; оправка в засушливые годы.—§ 6. Влаготребовательность леса, даже джанглов.—§ 7. Влажность климата: 1,3, 1,0, 0,6 и 0,3.—§ 8. Тайга и хвойно-широколиственная область.—§ 9. Надвигание болот и тундры.—§ 10. Усиленное влагопотребление лесом: 1) транспирацией и 2) прямым испарением; сокращение стока; возврат в атмосферу.—§ 11. Закрепление почвы; облесенность горных склонов.—§ 12. Ценность накопленного на горах мелкозема; геогенность горных пород.—§ 13. Тройное значение облесенности гор.—§ 14. Проценты стока от рельефа; лес обогатитель горных вод и испаритель равнинных вод; причины обмеления рек.—§ 15. Богатство источников и полноводие рек; защита берегов; дренаж оврагами.—§ 16. Леса в лесостепи. Лес сушит равнины и увлажняет горы; меньшая благоприятность для леса равнин.—§ 17. Значение полосного лесонасаждения в степях.—§ 18. Защита полей от ветра, но усиление заморозков, сдувание и нанос снега, неравномерность увлажнения и иссушения; влияние на урожай.—§ 19. Общие выводы о том, где полезны защитные и снегосборные опушки; облесение оврагов и берегов рек.

§ 1. С начала своей жизни деревянистые растения ничем от травянистых не отличаются, именно от тех травянистых, которые образуют восходящие стебли. Отличие является позже, когда стебли деревянистых растений начинают деревенеть, вследствие чего они становятся многолетними, тогда как недеревянистые надземные стебли трав однолетни: они ежегодно отмирают к зиме, а у весенних эфемеров даже к лету. Многолетние травы обладают обыкновенно лишь подземными и иногда надземными, не поднимающимися значительно над земною поверхностью органами, существующими в течение нескольких лет, или лишь в течение двух или даже одного года, образуя почки, из которых развиваются затем новые побеги. В отношении уровня земной поверхности травы вообще, как многолетние, так и однолетние, каждый год начинают свое развитие сначала, от земной поверхности. В этом отношении растения деревянистые имеют громадное преимущество: они обыкновенно сохраняют свой предыдущий прирост, начиная новый не от почвенной поверхности, как травы, а от высоты расположения своих почек, из которых обыкновенно конечные, и особенно самая верхняя, бывают наиболее крупными и мощными. Благодаря этому, в отношении пользования солнечным светом, проростки (сеянцы) деревянистых растений со второго года своей жизни пользуются преимуществом перед травянистыми остающимися, так сказать, у их ног, тогда как их кроны все более и более разро-

¹⁾ Эта работа была написана для Лесного Отдела Гос. Инст. Оп. Агр., членом-консультантом которого автор состоит. Отсутствие средств дало возможность печатать ее в «Записках Белор. Инст. С. Х.».

стаясь, перехватывают солнечные лучи, лишая их остающуюся под ними траву. Поэтому при благоприятных растительных условиях растения деревянистые обыкновенно берут верх над травянистыми. Иначе говоря, во всех благоприятных растительных условиях первобытно царствуют леса, а травянистые растительные сообщества, кроме подчиненных лесу теневыносливых травяных сообществ, образующих живой травянистый покров под лесными насаждениями, распространены по таким местопереходным образованиям, на которых деревянные растения встречаются те или иные неблагоприятные для своего развития условия.

§ 2. Такими неблагоприятными условиями в нашей умеренной и холодной зонах земли являются прежде всего условия постоянного или временного недостатка влаги, необходимой для пополнения убыли ее из живых надземных частей. Этот недостаток влаги бывает физический и физиологический. Физическим недостатком влаги является вообще недостаток воды в питающем слое почвы или в окружающем растению воздухе, вызывающем усиленную потребность в испарении. Физиологическим же недостатком влаги считается явление, при котором вода в доступных растениям средах имеется в достатке, но воспринимать ее растения не могут. Это бывает или при замерзшем состоянии почвы или же при наличии в почвенной воде растворов, делающих ее неприемлемою, главным образом избытка некоторых солей—сульфатов, хлоридов и карбонатов (соды).

Некоторые исследователи северных окраин лесных областей (лесотундры) усматривают, что граница эта обусловлена не в такой степени сильными морозами (в Сибирской тайге морозы бывают гораздо более сильные, чем напр. в безлесной лапландской тундре), как зимним пересыханием частей деревянистых растений, поднимающихся выше снежного покрова. Так ли это или нет, точно еще не установлено, но ксерофитный (сухотеностливыи) характер господствующих в тайге, а также на подальпийских горных высотах хвойных пород, по видимому, зависит от медленности оттаивания и нагревания сильно промерзшей почвы, которою должны пользоваться растения в то время, когда воздух становится уже достаточно теплым и вызывает усиленную транспирацию (испарение влаги зелеными частями, хвоей и листьями). Отсюда кажущийся парадокс—произрастание ксерофитных хвойных лесов в местностях, страдающих часто от избытка воды, от заболачивания.

§ 3. Явление физиологической сухости можно также наблюдать в некоторых искусственно разведенных в степной полосе лесах. На солончаках, несмотря на их влажность, лес отказывается расти, только тamarisk (*Tamarix gallica* и др.) еще выносит некоторые солончаки, накапливая в себе большое количество соды. На почвах же, в которых верхние горизонты (до некоторой глубины подпочвы) не переполнены вредными солями, а ниже, с еще вполне доступной для корней глубины (метра $1\frac{1}{2}$ —2), находится обогащенный такими солями горизонт, наблюдается такое явление. В сухое летнее время подростяющее насаждение начинает вянуть, явно страдая от недостатка почвенной влаги. И действительно, собственно почва и верхние горизонты подпочвы являются высушенными почти до последнего предела доступности, далее же (с глубины $1\frac{1}{2}$ —2 метра) на стенке вырытой в таком насаждении ямы появляется белое полотноце солевых выцветов, а грунт становится влажным и мягким. Корни сюда заходят, но пользоваться наличною здесь солоноватою влагою с некоторой степени концентрации ее растворов уже не могут.

§ 4. В гораздо большей степени в засушливых областях причиной безлесия является вообще недостаток влаги, недостаток выпадающих атмосферных осадков, сравнительно с потребностью испарения. В настоящее время становится уже общепризнанным, что лесная растительность (лес) расходует обыкновенно значительно большее количество влаги путем транспирации, чем растительность травяная. Многочисленные данные исследований уровня грунтовых вод и влажности грунта (не верхних почвенных горизонтов), явлений заболачивания после вырубки леса и явлений осушения болотистых мест после их облесения согласно указывают на это. С некоторой черты влажности климата влаги для сплошного массивного произростания лесов становится недостаточным. В возрасте наибольшей массы сучьев и листвы, в возрасте именно жердняка, культурный лес переживает кризис, при чем в условиях недостатка влаги к этому моменту начинается завядание насаждений и сильное размножение на них разных паразитов, особенно насекомых, пожирающих подвялую листву или протачивающих малосочный камбий. Эти паразиты кажутся прямыми виновниками вымирания или усыхания насаждений, но в сущности они вызывают лишь некоторое ускорение этого уже предрешенного процесса. В других местностях, где ощущается еще больший недостаток влаги, подвядание, поражение и усыхание молодняков начинается и ранее указанного критического возраста. Если насаждения обнаруживают страдание от недостатка влаги лишь в возрасте жердняка, их можно спасти более или менее сильным прореживанием, сокращающим силу десукции (отсасывания) почвенно-грунтовой влаги, если же страдание насаждений замечается значительно ранее возраста жердняка, то мы имеем дело с слишком сухой почвою, не способною растить лесные насаждения. На такой почве до некоторой степени можно выращивать более изреженные насаждения, если производить постоянное искусственное рыхление почвы и уничтожение появляющейся на ее поверхности травянистой растительности, быстро похищающей почвенную влагу для своих вегетативных потребностей.

§ 5. На такой борьбе за почвенную влагу для культивируемого древесного насаждения основано требование очисток до его смыкания. Очистки насаждений состоят в периодическом рыхлении под ними почвы, при чем уничтожаются травы, постоянно стремящиеся занять свободную поверхность почвы. Уничтожение этих чуждых культивируемому насаждению потребителей влаги и рыхление приповерхностного горизонта почвы, сильно сокращающее и непосредственное испарение почвенной влаги через поверхность почвы, способствует возможно полному сохранению образующейся от осадков почвенной влажности для постепенного потребления ее выращиваемым насаждением. Чем тщательнее ведутся очистки, тем меньше бывают непроизводительные потери почвенной влаги. Чем при этом реже древостой, тем большее количество влаги, в большем объеме наличной почвы, приходится на долю каждого отдельного деревца. Поэтому при одинаковом уходе культуры более густые начинают страдать от недостатка влаги раньше, чем более редкие и достигают менее значительных возраста и размеров (напр., более редкоствольные насаждения 50—60-х годов сравнительно с более густыми насаждениями 70—80 годов). Но с другой стороны насаждения более густой посадки смыкаются раньше, чем насаждения более редкой посадки, благодаря чему в них можно раньше прекратить дорого стоящие очистки, и обходятся они, значит, дешевле.

К этому добавим еще, что в более влажные обильные осадками годы, несмотря на более энергичное зарастание почвы сорными травами, насаждения в сухой местности растут сильнее, выглядят более свежими и здоровыми, чем в года засушливые. В влажные годы оп-

равляются многие насаждения, усыхавшие в предшествовавшие более сухие годы, а при анализе хода роста стволов деревьев, выросших в засушливой местности, замечается параллелизм между приростом и влажностью погоды за отдельные годы.

§ 6. Итак, все известные явления подтверждают, что лесная растительность влаголюбива и расходует влаги из почвы-грунта обычно больше, чем травянистая, при чем лесная растительность умеренных и холодных зон не обладает способностью останавливать свои вегетативные процессы на время летней засухи, каковою способностью обладает большая часть степной травяной растительности (летнее выгорание). Только в жарких тропических странах существуют особые ксерофитные леса, сбрасывающие листву и почти останавливающие свои вегетативные процессы на период летней сухости, оживая и зеленея с начала выпадения дождей (лесные саванны).

Насколько обще явление усиленного почвенно-грунтового влагопотребления не только настоящими лесами, но даже такими своеобразными крупно-кустарниковыми или низкорослодревесными изреженными в своем природном состоянии и приспособленными к перенесению крайнего недостатка влаги насаждениями, какими являются среднеазиатские джанглы, видно по указаниям, что тогда как вне таких джанглов в песках находится пресная вода на сравнительно небольшой глубине, в зарослях джанглов такой воды нет. В них без результата копают глубокие колодцы и в лучшем случае наталкиваются на соленую, негодную для питья воду, уже непригодную даже для таких солевыносливых кустарников или деревьев, какими являются безлистные саксаулы, джужуны и т. под. (см. В. Липского „Деревья и куст. Туркестана“ в „Труд. по лесному опыту. делу“.)

§ 7. В связи с такими свойствами лесов наших является и характер их распространения внутрь континентов, по мере того как климат становится все более и более сухим. Хотя влажность климата любой местности зависит главным образом от количества выпадающих в ней осадков, но не этим только определяется она. Она является выражением некоего баланса между приходом и расходом влаги. Голая скала или скала, покрытая лишь очень мелким слоем мелкозема, с которой выпадающая вода почти целиком стекает, мало задерживаясь смачиваемую поверхность камня и частиц мелкозема, становится сухой даже в довольно влажном климате, где при других условиях (глубокой почве) растут мощные влаголюбивые леса. Что касается климата, то влажность климата должна быть определяема отношением средних годовых количеств выпадающих осадков к средним годовым количествам испаряемости (испарений с постоянной водной поверхности или поверхности сильно увлажненной и не разрыхляемой почвы). Для этого служат дождемеры и испарители (эвапорометры). К сожалению, наши метеорологи процессами испаряемости интересуются слишком мало, вследствие чего, при обилии данных по осадкам, мы не обладаем достаточными данными по испаряемости, и можем наметить лишь очень грубые штрихи распределения влажности климата в пределах нашей широкой равнины. Если провести линию южнее Киева, севернее Скопина и севернее Екатеринбурга, то к северу от этой линии, окажется, осадков выпадает больше, чем испаряется из испарителя, а к югу — меньше. К северу от этой же линии мы имеем бывшую сплошную лесную область, а к югу лесная область разрывается, превращается в лесостепную и еще далее в степную. В общем среднем можно считать, что в лесной области Российской равнины отношение осадков к испаряемости близко к 1,3, в лесостепной полосе — около 1,0, в умеренно-сухой степной полосе — около 0,6 и в сухой полосе степи — около 0,3 (осадки примерно в три раза меньше испаряемости). Лесной климат —

влажный, степной—сухой. На далеком севере, где теплый период короткий и испаряемость вследствие этого низка, там и при малом количестве выпадающих осадков накапливающейся в почве-грунте влаги с избытком хватает для нужд сокращенной вегетации леса, на юге же, напр., в Предкавказье, уже 550 мм. осадков оказывается недостаточным для произрастания сплошных лесов. Еще более повышается этот предел для субтропических и тропических стран.

§ 8. Бывшая сплошь лесная область северной и северо-западной части великой Российской равнины до места появления на крайнем севере и северо-востоке тундры, разделяется линией, проводимой примерно от южного побережья Финляндии к Нижнему и Казани, на две части. К северу и востоку от этой линии было господство тайги, проходящей отсюда далеко на востоке через Сибирь до Охотского моря. Это преимущественно темные хвойные леса из елей, далее также из пихты, из кедра—черная тайга. На песках, каменистых и болотных почвах черная тайга уступает место сосне и лиственницам (можно назвать красная или светлая тайга) и лишь местами, по пожарищам, обширным вырубкам, заброшенным пашням, она переходит, и то лишь временно, в леса из мелко-лиственных пород, берез, тополей (б. ч. осины) и ольхи (белой), называясь белою тайгой. Широколиственные породы здесь не уживаются. Из них только липа еще проникает далеко от выше означенной юго-западной границы. Это можно объяснить тем, что широколиственные леса с момента своего распускания требуют обильного притока воды к листьям для транспирации, а породы мелколиственные такого обильного притока воды не требуют. Холодная же очень медленно прогреваемая глубоко промерзающая почва тайги, с некоторых пределов даже остающаяся на глубине вечно мерзлою, неблагоприятна для столь быстрой десукции вследствие физиологической сухости.

§ 9. Наконец отметим еще одно явление, имеющее для нас большое значение. Это—явление надвигания на тайгу тундры и расширение болот—заболачивания лесов севера. Надвигание тундры связано, по видимому, со вторым из отмеченных только что явлений, с заболачиванием лесов. Действительно, представим себе более или менее обширное пространство возвышенной равниной (плакорной) „ровняди“ в условиях климата настолько влажного, что наличного внутреннего и поверхностного стока вод в соединении с лесною корневою десукцией только хватает для сведения баланса влаги, не вызывая заболачивания. В это равновесие, вырубая лес, мы вносим крупное изменение: мы сразу резко понижаем десукцию, вследствие чего наличные пути стока оказываются недостаточными, образуется избыток воды и начинается заболачивание. При этом ухудшаются условия возобновления леса, лес становится менее мощным, менее жизнедеятельным, слабее сосущим почвенно-грунтовую воду. Накапливается торфяной покров, от этого ухудшаются условия прогревания почвы; в результате и происходит надвигание тундры. Такое явление должно происходить независимо от могущих быть изменений в состоянии климата на протяжении последних исторических и доисторических времен. Так же, как сплошные вырубки, должны действовать и обширные повалы лесные пожары, которые бывают нередко и в самой глухой тайге. Даже вероятно, что после повального пожара баланс влаги нарушается еще резче, чем после вырубки, так как при этом прокаливается верхний слой почвы, лишается всякого живого организма, поверхность бывает устлана кусками недогоревшего угля, защищающего ее от непосредственного испарения влаги. Новая жизнь заводится мало-по-малу; скорее всего происходит налет мелких спор и образуется моховой покров, благоприятный для скорейшего заболачивания. Возможно скорое облесение, обсемене-

ние древесными семенами очищенной пожаром почвы необходимо для предотвращения заболачивания.

§ 10. Усиленный расход воды лесом, сравнительно с травяными покровами, составляется из двух элементов: 1) из более энергичной и частью (на юге) более длительной (без перерыва в засуху) транспирации и вызываемой ею десукции влаги из почвы и грунта и 2) из более обильного непосредственного испарения воды с поверхности смачиваемых ею надземных частей (листьев, ветвей, стволов) и испарения задерживаемых на ветвях снега, изморози, инея. Это свойство леса дополняется еще и другим не менее важным свойством его: замедления, сокращения и во многих случаях даже полного прекращения поверхностного стока дождевых и снеговых вод, как вследствие более рыхлого структурного состояния лесной почвы, легко-проницаемой для воды притекающей или оседающей на ее поверхности, так и вследствие устранения переноса снега, более равномерно распределяющегося в лесу по поверхности земли и ее покрова.

Эти два свойства, которыми лесной покров отличается от травянистого—1) ослабление или даже в некоторых случаях полное устранение поверхностного стока вод и 2) усиленный возврат воды в виде паров в атмосферу (прямым испарением и транспирацией)—придают лесному покрову громадное значение в общем природо-хозяйственном и культурном складе местности, области, страны.

§ 11. Закрепление почвы лесною растительностью признается уже издавна. Давно уже издавались и законы об охране лесов на горных склонах, обнажение которых (склонов) ведет к сильному увеличению разрушительного поверхностного стока вод от сильных дождей и от таяния снегов, стока, которым размываются новые рытвины, овраги, ущелья, сносится, смывается почва (кора выветривания), обнажается скала, а по долинам образуются страшные разрушительные потоки (сели—на Кавказе), разрушающие закрепительные сооружения, даже разные строения, размывающие и заносящие щебнем и галькою культурные площади садов, огородов и проч. Роль лесного покрова гор в этом отношении совершенно очевидна и бесспорна до такой степени, что обезлесение гор без применения противосточных сооружений, канав, террасировки и проч., становится допустимым лишь в малокультурных или слабоорганизованных странах с разрастающимся полудиким населением, находящимся еще в периоде брожения, вражды и разных эгоистических антисоциальных стремлений. Можно действительно сказать, что состояние горных покровов есть показатель сперва степени заселенности, а потом культурности местного народа, его государственной организованности.

§ 12. Надо понять всю ценность накапливающегося на горах мелкозема и просачивающейся в грунт воды, чтобы стать на твердую основу местной хозяйственной политики; надо познать, какие богатства утрачены во времена размножения и брожения населения таких богатых стран, как Италия, Греция, Малая Азия, Туркестан и проч., где бывшие раньше лесистыми горы превращены в большей части в обнаженные скалы, в тощие пастбища, в низкорослые кустарниковые заросли макисов и фриган, и как трудно эти богатства восстановить.

Восстанавливаемость смытого с горы мелкозема бывает очень различная. Зависит она с одной стороны от геогенности почво-рождаемости местных горнокаменных пород, с другой стороны от местных условий климата. Есть породы эвгеогенные (хорошо, т.-е. легко, скоро почво-родящие), легко, скоро разрушающиеся, выветривающиеся. К таким принадлежат более рыхлые известняки, мел, некоторые глинистые сланцы, некоторые песчаники, мергеля... С другой стороны мы знаем породы дисгеогенные, выветривающиеся очень медленно, медленно

покрывающиеся рыхлою корою выветривания и почвую (плотные кварцевые песчаники, фильзитовые и кварцевые порфиры, мелкозернистые граниты, из карбонатных пород наиболее дисгеогенны мраморы, доломиты). На таких породах, конечно, охрана лесного покрова должна быть особенно бдительна и полна.

§ 13. Сохранение лесного покрова на горах имеет (помимо производительности лесных материалов) тройкое значение: 1) Задержание на склонах нарождающегося вследствие выветривания горнокаменных пород влаги и более или менее богатого питательными веществами назема или мелкозема, почвы. Это непосредственно местное значение, от которого зависит производительность местного покрова. 2) Задержка вод, противодействие их быстрому поверхностному стеканию; противодействие образованию разрушительных потоков (селей). Это имеет кроме узкоместного значения, не меньшее значение для местностей, расположенных по долине стока, где потоки причиняют разрушения, размывы и заносы. 3) Задержка вод, ослабление поверхностного стекания с соответственным увеличением проникания воды вглубь грунта, вглубь горно-каменных пород, вследствие чего увеличивается богатство их горною водою (Felswasser). От этого увеличивается количество источников, увеличивается их исток (дебет) и его постоянство, постоянство стока горных рек, общее орошение целых обширных бассейнов и, наконец, богатство артезианских вод, открываемых нередко на далеких расстояниях от питающих их горных местностей.

§ 14. Как усиливается процент стока в местностях горных, сравнительно с более равнинными, показывают следующие данные Макса Зингера, полученные по относительно небольшим бассейнам в Австрии (привожу по Н. Höfer von Heimhalt „Grundwasser und Quellen“. 1912. Стр. 36).

Местность	Равнинная	Средне-гористая	Восточные Альпы
Количество годовых осадков м. м.	500—600	700—1700	1000—2500
Процент стока	20—30	30—50	70—84

Соответственно такому увеличению процента стока возрастает влияние леса, сдерживающего сток поверхностный и превращающего его в сток внутренний, грунтовый. И тогда как в местностях равнинных под лесами замечается более сильное иссушение грунта и понижение грунтовых вод, в местностях горных их лесистость вызывает напротив—увеличение богатства горных вод (грунтовых вод в каменных породах) и усиление питания ими источников, рек и проч.¹⁾

¹⁾ В некоторых условиях лес становится значительным конденсатором влаги из воздуха. Это имеет место в том случае, когда сквозь сплетение ветвей, стволов и листвы или хвои пронесется поток пересыщенного влагою воздуха или тумана. Поверхность твердого тела при этом смачивается. Чем больше эта поверхность, тем больше оседает на ней сгушающейся воды. Особенно эффектно бывает такое осаждение при температуре близкой к 0° (немного ниже), когда образуется стекловидная прозрачная ожеледь, и при более низкой температуре, когда осаждается изморозь. На равнине такие конденсационные осадки образуются реже и в менее значительном количестве, чем в горах или по повышенным водораздельным местам (напр. в Велико-Анадоле в сев. части Мариупольск. у.) На более или менее плоских, но выдающихся водоразделах обильный осадок конденсационной воды образуется по опушкам, расположенным со стороны влагоносного ветра. Здесь осаждается большая часть влаги, пересыщающей нижние воздушные струи. Далее внутри насаждения осадок быстро сокращается и становится мало значительным. Но если насаждение располагается по поднимающемуся в заветренном направлении горному склону, то вследствие происходящего охлаждения влагоносного воздушного течения, по мере его восхождения, конденсация на кронах насаждений продолжается вдоль всего наветренного склона в значительных размерах. Такие горные склоны, вообще получают значительную прибыль влаги от конденсации, и в случае облесенности, должны получать этой влаги значительно больше, чем при необлесенном состоя-

В общем следует считать, что массивный лесной покров, сравнительно с травянистым, обуславливает увеличение богатства горных вод и некоторое понижение богатства грунтовых вод (равнинных, болотных и проч.).

Последнее явление, понижение лесом уровня грунтовых вод в более равнинных местностях, является логическим следствием выше указанной увеличенной потребности наших лесов (даже пустынных джунглов—§ 6) в воде и обычно устанавливается прямыми исследованиями, как самого уровня грунтовых вод (Отоцкий и др.), так и влажность глубинных горизонтов почвы-грунта (исследования в Велико-Анадоле, в Шиповом лесу и проч.). С такими исследованиями и наблюдениями вполне вяжутся явления высушивания болот (напр., в французских Ландах, в Италии и пр.) после их облесения и выше приведенные явления заболачивания вырубок и гарей. Но с этим, кажется, не вяжутся другие указания, говорящие об исчезании многих источников, о пересыхании многих речек, обмелении рек и проч. после крупных лесоуничтожений преимущественно в средних и более южных местностях нашей равнины.

§ 15. Наличие источника, равно как полноводие реки или речки, зависят не только от определенного запаса грунтовых вод, их питающих. Не менее важным фактором в этом являются степень засоренности русла и источника разным балластом, преимущественно грубым песком, иногда также хрящем, и размытость русла, его слишком большая ширина. Лесные ручьи, лесные реки в менее населенных, более нетронутых местностях, отличаются обыкновенно значительным углублением и узостью водотечков. Они прорывают свои русла в сильно закрепленной почве, очень сопротивляющейся широкому размыванию. Целые пряди нависающих и переплетающихся древесных корней ольхи, ив, тополей, ильмовых пород и проч. плотно облекают стенки русел, защищая бока их от дальнейшего размывания; русла только медленно углубляются, теснимые с боков. От этого водотечь имеет менее широкое зеркало, но более глубокий форватер. Вырубка леса и особенно, следующая за тем распашка, с которыми связано усиленное смывание и размывание почвы и грунта, вызывает засорение русел песком и галькой, расширение и обмеление их и превращение части открытого стока в сток скрытый, проходящий по пескам увеличивающихся аллювиальных отложений. Затем, в местностях с более значительными разницами высот (менее равнинных) преимущественно по правобережьям речных долин, от уничтожения лесов начинается усиленное развитие оврагов, врезающихся зачастую глубоко в возвышенные бока и проходящих далеко к водоразделам. От этого уже, без всякого влияния какой либо растительной десукции, происходит понижение уровня и уменьшение запаса грунтовых вод.

§ 16. В так называемой лесостепной полосе, где первоначально были и степи и леса, леса приурочивались обыкновенно к более рельефным частям, к речным истокам, к возвышенным правобережьям. Здесь леса оказывали некоторое водоохранное влияние такого рода. По более крутым склонам они удерживали снег, затрудняли поверхностное сте-

нии, вследствие большой увеличенности поверхности конденсации лесного покрова сравнительно с покровом травяным и тем более сравнительно с обнаженной поверхностью почвы или горной породы.

Значительность конденсации влаги из воздуха (особенно из туманов) на горных вершинах давно известна. Благодаря ей, например, водосборный бассейн верховий р. Роны, на котором в среднем выпадает 700 м.м. осадков, несмотря на происходящее на его площади испарение влаги, дает сток распределенный на всю поверхность водосбора в 1150 м.м. (по Dufour'у см. Gala 7, 179), т. е. 164 проц. Несомненно, в такой сильной конденсации должны играть крупную роль леса, покрывающие швейцарские Альпы.

62 4905

кание снеговых и дождевых вод, а по окраинам, прилегавшим к открытым степным пространствам, в своих опушках задерживали снег, который без леса ветрами был бы снесен в долину, в овраги, и его талая вода, не промачивая почвы, стекала бы вместе с прочими сточными водами. После вырубки таких овражных, приовражных и нагорных лесов так и вышло. Снег, задерживавшийся раньше на местах возвышенных, стал сноситься в места пониженные, и без того достаточно увлажняемые, в овраги, в балки, бесполезно или даже во вред увеличивая весенний разлив за счет уменьшения промачивания нагорных почв. Здесь мы имеем уже некоторое приближение к той роли лесов, которая ими выполняется в местностях горных, где ослабление поверхностного стока превосходит усиленность десукции корнями почвенно-грунтовых вод.

Значит в общем, лес сушит равнины и увлажняет горы. Это положение может считаться общим законом. Болота равнины—их надо осушать по возможности с помощью облесения; с гор вода быстро стекает—их нужно иметь покрытыми лесами и более богатыми источниками и ручьями; сухая равнинная степь для леса не пригодна, как и равнинная промерзлая тундра, но близ границы тундры надо леса охранять, чтобы не вызвать заболачивания площадей, которые при наличности леса с его усиленную десукцией ещесводят баланс влаги без остатка.

§ 17. Некоторые признают большую полезную роль за особыми полосными лесонасаждениями, особенно в степных местностях, страдающих от недовостача влаги и от ветров, которые иногда не только сдувают снежный покров, но также сдувают разрыхленную почву и выдувают всходы посевов.

Действительно, лесная опушка защищает до некоторого расстояния прилегающее к ней поле от действия ветра. Если ветер несется перпендикулярно к направлению лесной опушки со стороны леса, то защитное действие опушки бывает наиболее действительно, наиболее пространно. За опушкой остается полоса, где ветер бывает сильно ослаблен, принимая иногда (при большой гущине насаждения и обрывистости опушки, не сбегаящей понижающимся бордюром) обратное направление от завихривания (воздуховорота по горизонтальной оси). Исследования показали, что, при полной равнинности земной поверхности, область такого ослабления ветра, имеющая практическое значение, своею шириною приравнивается удесятеренной высоте опушечного древостоя; далее этого снег опять сдувается и повреждается рыхлая пашня. Если поверхность поля имеет уклон от опушки (понижается), то полоса защиты очень расширяется, если же она за опушкой поднимается, то полоса защиты сильно сокращается. Но заветренные склоны и без защиты не подвергаются выдуваниям; значит, здесь роль защиты сходит на нет.

§ 18. Степные лесокультурные полосы вырастают в разных местностях разно, но в не слишком плохих почвенных и климатических условиях в черноземной полосе они могут достигать деятельной (сомкнутой, густокронной) высоты саженей до 5—6 (редко когда больше и то в лучших пониженных местах, где защита менее нужна), значит, зашитная деятельность полосы может равняться на равнине примерно 50—60 саженям. Если полоса слишком узка (менее 10—15 саж.) и ажурна, то ее деятельность слабее и область защиты уже. Полагая на 60 саж. поля 10 саж. ширины полосы, получим, что защищенные полевые участки должны содержать полевой поверхности около 86 проц., и лесной около 14 проц. Это составляет довольно большой процент леса. Такие защищенные участки подвергаются усиленным влияниям утренников (бахчи часто побиваются, даже всходы льна побивались

морозами). Затем надо иметь в виду, что от опушки примерно саженой на 5—7, вследствие корневой десукции леса, полоса страдает обыкновенно от летнего пересыхания почвы-грунта, и здесь, если на траву, на солому и замечается некоторое повышение урожая (и то не всегда), то на зерно, которое наливается позже, чем нарастает солома, обычно замечается недород и зерно получается шуплое.

Защитная опушка, прежде чем проявить свое положительное влияние, значит, оказывает некоторое вредное, отрицательное влияние. Это отрицательное влияние замечается также в лесных питомниках на грядах и проч. При весенней вспашке поле у опушки долго остается или еще под снегом или еще слишком влажным, с мажущейся, не поддающейся хорошей обработке почвою. Ждать же ее просыхания вредно, т. к. далее от опушки почва весной высыхает быстрее и можно упустить благоприятный для обработки момент.

§ 19. При более широких промежутках между полосами в равнинной степи наблюдается иногда такое явление, что на защищенных полосами полях оказывается меньше снега, чем на полях не защищенных. Это происходит от того, что на незащищенных полях снежный покров по равнине переносится с места на место, а с полей, обрамленных полосами, он сдувается и складывается в самых полосах. Полосы от этого, конечно, выигрывают. В них, как и по снегонаветренным опушкам лесов, накапливается увеличенный запас снеговых вод, глубже промачивающих почву-грунт, чем в насаждениях массивных, но на межполосных полях, за выше указанными пределами защитного влияния полос, почва получает снеговой воды меньше, чем на полях не защищенных лесными полосами.

Все вместе взятое, хотя в общем еще и не учтенное до возможности суммирования всех плюсов и всех минусов, однако, сильно колеблет веру во всестороннюю пользу, которую приписывают защитным полевым полосам некоторые сторонники их насаждений.¹⁾

Можно считать за правило, что образовывать снегосборные защитные полосы полезно: 1) около железных дорог над выемками, 2) около усадеб, особенно краевых, где с прилегающей степи может наноситься большая масса снега, засыпающего постройки и проч., 3) над оврагами и карнизами балочных склонов, задерживая насаждениями снег выше обрывов и крупных склонов, заставляя этим снеговую воду не стекать по поверхности, а просачиваться в почву-грунт на пополнение грунтовых вод, 4) по приводораздельным ложбинам, вершинам ба-

¹⁾ Эта статья была уже сдана в набор, когда мною была получена брошюрка Г. М. Тумина, „Опыты борьбы с засушливыми условиями степного хозяйства путем искусственного лесоразведения“. (Труды каменностепной опыт. станции имени В. В. Докучаева. 1923 г.). В этой работе автор приходит к выводам, что лесные полосы оказывают большое положительное влияние на защищенные ими участки, увеличивая количество ниспадающих осадков (вернее сказать — улавливаемость дождемерами), увеличивая урожай, увеличивая увлажнение и выщелоченность почвы и изменяя почву. Не говоря о почве под самими насаждениями, в которых накапливается снег, — данные по изменению почвы вне насаждений слишком незначительны. Если же принять во внимание, что площадь Каменной Степи, исполосованная полезащитными лесными полосами, представляет собою вершинную западину балки Озерки, переходящую в водораздельную седловину между этой балкою и Хорольским оврагом, и что данные сравниваются с данными по незащищенным полям, расположенным очевидно в иных рельефных условиях (более выпуклого рельефа), то и общее увеличение урожаев и некоторое изменение в строении почвы может быть объяснено не влиянием защиты полосами. Интересно же, что и здесь, все-таки, получилось, что урожай зерна овса около орос ниже, чем далее от них.

Подобный недостаток в сравности урожаев защищенных и незащищенных полей имели мы и в давнишних данных (А. А. Бычихина) по имению Де-Коррнера. Там защищенные поля находились вокруг экономии, а незащищенные вдали от нее. Обычно же более близкие поля обрабатываются лучше, чем более отдаленные, на которых приходится вести более экстенсивное хозяйство.

лок и рек, баклушам и т. п. приводораздельным понижениям, где в степях накапливающийся снег способствует усиленному промачиванию грунта и поглотению медленно стекающих грунтовых вод, и т. п. Вообще, чем местность рельефнее, овражистее, гористее, тем более полезно ее облесение в том или ином виде, особенно, как только что указано. К этому следует, конечно, добавить полезность облесения самих оврагов для их закрепления и использования, берегов ручьев, речек, рек и т. д.

Особым вопросом является вопрос о закреплении вообще песчаных пространств и использовании их при помощи лесоразведения и древонасаждения.

О Ч Е Р К II.

Лес, вода и песок.

— § 20. Лес и песок; общее и противоположное — § 21. Выщелоченность песка и пресность грунтовых вод. — § 22. Заболачивание; полесья; боровые язвы в черноземной области. — § 23. Олиготрофность и ксерофитность песков. — § 24. Болото абсолютное и адвентивное; возможные изменения. — § 25. Понижение влагоносности песков к югу; затруднение возобновления леса. Благоприятные годы. — § 26. Качества сосновой (и вообще хвойной) древесины в зависимости от климата и почвы. — § 27. Дифференциация сосняков по южной окраине области распротр. боров. — § 28. Их возобновление. — § 29. Южные „гайки“ и растительность южных арен. — § 30. Растительность „джангылов“. — § 31. Барханные пески. — § 32. Роль скотосоя; его прекращение. — § 33. Демутация защищенной от скотосоя арены. — § 34. Иссякание вод; заплытие. — § 35. Роль и участь древесной и кустарниковой растительности. Бугристые пески. — § 36. Результаты зарощения „Кунгур“. — § 37. Степень и условия пригодности южных арен для древорощения. — § 38. Культурная и природная деревянистая растительность прикаспийских песков. — § 39. Среднеазиатские „джангылы“. Саксаульные клалбища. — § 40. Две области сухих степей. Алшиковские арены. „Саги“. — § 41. Приморские береговые пески. Два горизонта грунт. вод. Кольца «сагов». — § 42. Белая акация на южных песках и ее возобновление корчевкою. — § 43. Различный рост бел. акации по «очажным» и «наносным» частям арен. — § 44. Ачикулакские пески и их задержание. Возвращенная почва. — § 45. Роль песков и отношение к ним деревянистой растительности к северу и к югу от линии южных боровых ок. аин; к югу — при участии скотосоя. — § 46. Древние барханы в лесной области; дюны, лагуны, болота. Результаты обезлесения. — § 47. Случай глубоко дренированных сухих песков. — § 48. „Ожерствление“ под покровом песка и появление „верховодки“. Лес и песок.

§ 20. Лес и песок. Оба враги поверхностного стока вод, тем не менее это — две противоположности. Лес задерживает и большую часть задержанного испаряет, песок же испаряет минимум влаги, а остальное пропускает вглубь на образование грунтовых вод. На равнине песчаные площади являются накопителями грунтовых вод. В полупустыне и даже в пустыне пресную воду следует искать в песках, в самых голых, незарощенных летучих песках. Это происходит от высокой водопроницаемости, низкой влагоемкости (водоудерживаемости) и незначительной капиллярности песка. Сравнительно небольшое количество осадков промачивает песок на значительную глубину, а еще немного воды образует уже излишек, гравитационную воду, которая просачивается вертикально вниз до водоупорного или до водоносного горизонта. Поверхность же песка очень скоро высыхает и, вследствие ничтожности возможного восхождения в песке влаги из глубины, остается сухой, а пересохший приповерхностный слой песка, как разрыхленный слой почвы на черном пару, предохраняет от пересыхания ниже лежащие слои или горизонты. Благодаря этому наблюдается часто как бы парадоксальное явление, что барханный песок в пустынях с небольшой глубины бывает влажным, а немного глубже в нем встречается пресная грунтовая вода. Некоторые исследователи даже глубоко верят в особую конденсационную способность песков,

сгущать в себе в значительном количестве пары воды из воздуха даже в сухих пустынях (не только по прибрежным дюнам, где это более вероятно).

§ 21. Вследствие относительно малой удельной поверхности (поверхности частиц, отнесенной к сумме их объемов), а поэтому и слабой выраженности поверхностного притяжения, мало количество воды, потребной на смачивание песка, также ничтожна и способность задержания растворимых веществ в песке; и самые небольшие дозы просачивающейся через песок воды уже выносят, вымывают из него растворимые вещества. От этого происходит в странах более влажных выдающаяся бедность песчаных почв питательными для растений веществами и быстрое выщелачивание из этих почв вносимых в них удобрительных веществ, а в странах сухих—выщелоченность тех вредных солей, которые портят грунтовую воду, делая ее соленосной, и ухудшают условия жизни обычной лесной растительности, компоненты которой галофобны (не выносят избытков солей). Благодаря этому накапливающиеся в песках грунтовые воды обычно наиболее пресны, и представители лесной растительности на песках находят для себя выносимые условия далеко вглубине степных и даже полупустынных местностей, где влажность климата падает до (отношение осадков к испаряемости) 0,3 (§ 7). Так, мы находим перелески из березы, осины и дуба в низовье Днепра (в окрестностях Днепровско-Бугского лимана) и групповые заросли довольно крупных тереков (тополей—*Populus hybrida*) на Нарынских песках (Астр. г.)

§ 22. Итак, вследствие низкой влагоемкости и легкой водопроницаемости, а также благодаря своеобразному холмисто-котловинчатому рельефу, поверхности песчаных пространств, располагающихся обычно по равнинным и б. ч. по пониженно-равнинным местам, происходит накопление наиболее пресных грунтовых вод. С линии влажности климата, обозначаемой единицею (1,0), такое накопление становится уже переполняющим, заболачивающим обширные пространства. И тут, частью по самой окраине бывшей сплошной лесной области, действительно находятся обширные песчано-болотистые полесья. Самое обширное полесье мы имеем на западе (Волинско-Минско-Могилевско-Черниговское), затем по Оке (Покровско-Рязанско-Касимовское) и по левобережью средней Волги (от Нижнего почти до Казани). Выходящие же за эту линию к югу крупные арены бассейнов Цны (от Тамбова) и Суры (южнее, чем от Пензы), Свияги и Черемшана, вследствие сухости климата (преобладание испаряемости над осадками), обширных болот уже не образуют, но по ним лесные массивы проникали в виде крупных языков глубоко внутрь черноземно-степной области, что было уже давно отмечено на почвенных картах (Докучаевская карта чернозема—изогумусовая и друг.).

§ 23. Вследствие легкого выноса и вредных и питательных (нитратов и др.) солей, пески более влажных климатических областей становятся, как упомянуто, очень тощими бедными питательными веществами. Поэтому покрывающая их природная растительность неизбежно должна обладать олиготрофным характером (способностью удовлетворяться малыми количествами зольных питательных веществ). Самым олиготрофным деревом является у нас наша обыкновенная сосна, за нею следует береза. В Сибири и на крайнем северо-востоке к ним, повидимому, присоединяются лиственницы. Все эти породы обладают довольно ясным ксерофитным характером, не допускающим очень энергичного высасывания и испарения ими воды из почвы-грунта. Их максимальная десукция не может равняться с более энергичною десукцией густых ельников, пихтарников, ольшатников и топольников, а тем более густых широко-лиственных лесов из бука, липы, ильмо-

вых, кленовых и проч. (дуб из широко-лиственных является, повидимому, менее влагорасходуящим, поэтому он—порода пристепная).

§ 24. То обстоятельство, что наши северные более олиготрофные породы являются в общем и более ксерофильными, для нашего хозяйства имеет некоторое неблагоприятное значение. Оно кладет, повидимому, преждевременный предел появлению абсолютного болота. Под этим названием мы подразумеваем такое явление, когда избыток осадков над испаряемостью настолько превышает возможный сток воды, что это превышение не может быть погашено испарениями самой густой, самой мощной могущей произрастать в данном месте растительностью ¹⁾. Противоположным абсолютному болоту является болото адвентивное, образовавшееся на месте бывшего раньше леса, вследствие его уничтожения человеком или пожаром (§ 9,—но не вследствие изменений климата или формы земной поверхности). Абсолютное болото может быть уничтожено только таким радикальным изменением дренажа, которое обеспечивает постоянство дополнительного стока, тогда как адвентивное болото можно облесить или непосредственно или при применении дренажа временного, который затем (после облесения) может уничтожиться без возникновения потребности его восстановления. В виду выше изложенных соображений однако вероятно, что бороться с заболачиванием можно было бы, также применяя удобрение почвы и заменяя с такою помощью малоиспаряющий олиготрофный ксерофильный лесной покров более сильно десугирующим густым покровом из насаждений более мегатрофных и гидрофильных пород (заменяя насаждения сосновые и березовые еловыми, ольховыми и т. под.). Таким образом, может быть, оказалось бы возможным облесить и некоторые бывшие ранее абсолютные тощие болота ²⁾.

§ 25. По мере передвижения на юг, к сухой степи, лесорастительная способность и песчаных пространств с некоторой чертой понижается вследствие появления недостатка влаги. Недостаток влаги сказывается вначале лишь изредка, в самые сухие годы. Он сказывается прежде всего в массовом вымирании появляющихся всходов, образующих под изреживающимися насаждениями обновительный подрост. Самовозобновление насаждений, по мере перехода в более сухой климат, становится все более и более затруднительным, и подрост становится менее равномерным, как в пространстве приспевающих и спелых насаждений и вырубках, приурочиваясь больше к пониженностям, так и по своему возрасту. Как бы выпадают целые годы, целые периоды лет, за которые народившегося подростка не бывает заметно или попадают лишь единичные экземпляры, тогда как за другие, конечно, более благоприятные, более влажные годы, мы замечаем значительное оживление в массе появившегося подростка. Такое явление особенно ясно наблюдается в южных окраинных борах, расположенных по песчаным почвам уже среди черноземной степной полосы. В некоторые особенно благоприятные годы появляется значительное количество соснового подростка даже за пределами естественных боров, как напр. среди искусственных сосновых насаждений Ингулецких дач (Херсонского уезда), Большемикайловской дачи (по р. Волчьей—Алек-

¹⁾ Имеем в виду пространные болота. Более же мелкие абсолютные болота могут получать избыток воды также вследствие стороннего притока.

²⁾ Известно, что, по мере нарастания болота, его верхние почвенные горизонты образуемые позднейшими органическими отложениями, становятся постепенно более и более бедными питательными зольными веществами, а более богатые ими нижние слои, вследствие глубокого затопления, становятся некорнедоступными. В таком случае снятие или сжигание после искусственного осушения или в особенно засушливые годы) верхних торфяных слоев, а еще лучше—всего торфа, дает возможность облесения более мегатрофными и более сильно испаряющими воду породами.

сандровского уезда), вероятно также в Арчединском лесничестве (Дон—низовье р. Арчеды) и т. д., тогда как в другие годы и искусственное возобновление бывает весьма неудачным. На песках же Алешковских (Нижнеднепровских), несмотря на наличность возмужалых обильно плодоносящих искусственно разведенных насаждений как обыкновенной сосны, так и сосны крымской (*Pinus laricio Pallasiana*, которая здесь растет несколько лучше обыкновенной), естественный подрост появляется уже крайне редко отдельными разрозненными былинками или незначительными группками.

§ 26. Коснувшись южных боров и искусственных сосняков в нашем степном крае, упомянем о низких качествах нарастающей здесь сосновой древесины (равно как и у сосен, культивированных на черноземе). Это происходит, повидимому, от следующего. Весна на юге наступает рано и быстро. Почва даже под лесными насаждениями быстро прогревается. Весною и вначале лета в корнедоступных глубинах почвы-грунта влаги бывает достаточно. Не говоря уже о черноземе, и пески на юге менее бедны питательными веществами, чем более промываемые пески севера и запада. Особенно богаты питательными веществами те части южных арен, которые образовались от занесения летучим песком нераздутых еще черноземных полей (погребенный под песком чернозем—см. дальше—§ 43.) Тепло, влажность и плодородие почвы обуславливают проявление сильного весеннего прироста. От этого происходит образование широких весенних слоев с очень рыхлою тканью. Ко времени же, когда начинает откладываться более ценная (плотная и смолистая) ткань летне-осеннего прироста, корнедоступная почвенно-грунтовая влага оказывается израсходованною до степени малой доступности. От этого прирост сильно сокращается, именно прирост этой более ценной части годичного слоя. От этого же ценность древесины падает так низко, что, например, в одинаковых условиях выросшая древесина осины оказывается ценнее сосновой (плотнее и прочнее). Самая ценная древесина хвойных должна образоваться там, где чем либо сокращается весенний прирост и усиливается прирост летне-осенний. Это же бывает в тех случаях, когда промерзшая за зиму почва весною нагревается медленно и ее низкая температура подавляет весенний прирост, препятствуя энергичному передвижению воды и растворов по корням. К середине же лета почва прогревается, обладая достаточною влажностью и достаточным количеством питательных веществ для образования более значительных слоев летнеосеннего прироста.

§ 27. Итак, сухость климата прежде всего сказывается на трудности и неравномерности возобновления, потом на ухудшении качеств сосновой (и вообще хвойной) древесины. Затем сосновые насаждения начинают рано и довольно резко сокращать годичный прирост, после чего происходит усыхание и сильное изреживание насаждений; при этом, конечно, нападают разные короеды. Происходит резкая дифференциация: прежде всего изреживаются бугры и места с близким от поверхности прослоем сухой „жертвы“ или сухого „рудяка“. Затем мало по малу лысеют насаждения и на более ровных местах. Дальше всего сохраняются группы деревьев по пониженностям, котловинам, к которым притекают остающиеся запасы „верховодки“. Уже в полосе лесостепи, близкой к влажности, соответствующей 1,0, дифференциация насаждений по буграм и котловинам выступает вполне отчетливо: по буграм приспевающие и спелые насаждения бывают редкостольнее, переходя местами в редины, и ниже ростом; к котловинам они сгущаясь и вырастают выше, не только нивелируя своими кронами рельеф поверхности арены, но даже образуя иногда и обратный рельеф. На южных же окраинах боровых массивов по более сухим местам

сосновый лес уже не представляет сплошных насаждений, а образует куртины, группы, большею частью приуроченные к котловинкам. Между ними же песок бывает зарослен покровом сухой песчаной степи с ковылем (*Stipa Joannis sabulosa*), типчаком (*Festuca ovina* гладколистный), келерией (*Koeleria glauca intermedia*), песчаной осокою (*Carex colchica*), чебрецом (*Thymus odoratissimus*) и прочими песчано-степными травами (сообщество песчаного типцековильника).

§ 28. При таких крайних условиях вести правильное хозяйство в песчаных борах, вследствие их редкой, прихотливо-случайной (от влажных годов) возобновляемости, потребности в изреживании и в то же время вследствие сильной зарощаемости почвенной поверхности травяным покровом песчаного типцековильника (а временно по культурам—вейником, *Calamagrostis epigeios*, и прочими корневищными и корнеотпрысковыми песчаными травами), становится очень затруднительным. Наиболее правильным, с целью возможно большего сохранения насаждений, было бы, по моему мнению, вести в таких насаждениях особое выборочное хозяйство, приближающееся к группо-выборочному. Рубить деревья там, где появляется подрост и лишь с того момента, когда он начинает явно страдать от угнетения материнским пологом. Отличаться от правильного групповыборочного такое хозяйство будет своею неправильностью, нерегулированностью к определенному возрасту и к определенным площадям. Здесь не человек пролагает и указывает пути для природы, а природа человеку, который должен следовать лишь за нею по пятам.

§ 29. Южнее естественных пределов распространения сосновых песчаных боров на песках природно произрастают групповые насаждения („гайки“) из березы, осины, дуба (низов. Днепра), серебристого тополя („белолист.“ сев.-вост. Кавказа, по Нарынским же пескам особый вид *Populus hybrida—Bachofeni—„терек“*). Местами из речных пойм захватывают отдельные или группами осокори. Значительным распространением по южным аренам пользуются у нас красная шелюга (*Salix acutifolia*), во многих случаях разводимая. По Прикаспийской низменности на барханных песках природно растет другая, серая, шелюга (*Salix caspica*), тоже удобно разводимая и ценная. По пониженностям, котловинам, на незаливных речными разливами песках всюду попадаются заросли чилика (*Salix repens rosmarinifolia*). Кроме того по пескам обыкновенно растет раkitник или зиновать (*Cytisus biflorus* разновидности *ruthenicus* севернее—Киев и пр.—и *borysthenticus* южнее—Алешки и пр.). По прикаспийским пескам попадаетея выходец из туркестанских джангылов, джужгун (*Calligonum arhyllum*), кустарниковая полынь (*Artemisia arenaria*—несколько разновидностей) и проч. По песчаным мергелистым низинным местам встречаются групповые заросли лоха (*Elaeagnus angustifolia*), а по солонцеватым—заросли тамарисков, цветущих после распускания (*Tamarix paniculata Pallasii* и друг.) и цветущих обильно весной до распускания (розовые кусты бисерника—*Tamarix laxa, tetrandra* и проч.).

§ 30. Прикаспийские песчаные заросли лоха (джидды), тамарисков и джужгуна являются предшественниками совершенно особых лесных образований—средне-азиатских „джангылов“, которые представляют собою очень изреженные насаждения ксерофитных кустарников и полудеревьев с незначительной, б. ч. сильно редуцированной, листвою и часто мясистою (суккулентною) тканью молодых растущих частей. Эти своеобразные „лесные“ редины состоят преимущественно из растений совсем других семейств, чем из каких образуются наши обычные леса. Здесь нет ни хвойных пород, ни сиреневых, ни плюсконосных. Преобладающим семейством является семейство маревых (*Chenopodiaceae*), затем гречишных (*Polygonaceae*, к которому принадлежит и выше упомянутый джужгун). Все породы крайне светолюбивы и ажурны (дают

мало тени). Древесина их очень твердая и высокотеплотворная. Во главе стоят известные саксаулы (*Haloxylon Ammodendron*), вырастающие нередко деревьями до 2—3 и более саженей высоты с относительно довольно толстыми бороздчатыми стволами. Мнение об их крайне медленном росте ошибочно, оно основано на свойстве *Chenopodiaceae* отлагать древесину мелкими слоями, отграниченными более крупными сосудами, вследствие чего получаются концентрические ложные годовичные слои. Каждый годовичный слой состоит из нескольких таких ложных слоев. Между куртинами джангылов имеется негустой травяной покров, растущий только с поздней осени до весны, частью до лета, потом почти совершенно засыхающий. Очевидно, что здесь борьба деревянистых растений с травянистыми идет уже совсем в другой области, чем в наших лесах: не в области конкуренции на свет, а в области конкуренции на почвенно-грунтовую влагу. Кустарники джангылов перехватывают уходящую вглубь песка влагу своими более длинными, более мощными корнями.

§ 31. Жизнь наших южных пустынных песков своеобразна. Она не укладывается в наши обычные понимания жизни лесов. Образования эти большею частью новейшие континентальные, не приуроченные к долинам рек или к окраинам моренных отложений, как большею частью пески наших лесных и степных областей. Они образовались из древних бессточных бассейнов (Арало-Каспия) вследствие их позднейшего развевания сухими пустынными ветрами. От этого мелкозем из них вынесен (выдут) и песок (преимущественно кварцевый светло-желтый), лишенный связи, очень легко снова и снова передувается, переносится и отлагается в виде гряд и лунок „барханов“, перестраивающихся каждый раз при изменении направления ветра. Лишенные растительности или снабженные лишь скудной б. ч. растопыристой растительностью сильно разрастающихся однолетников (камбаков) и размножающихся при помощи корневых отпрысков, корневищ и отводков многолетних трав и кустарников, задерживающих в себе более крупные наносы песка, эти барханы, как выше было сказано (§ 20), содержат влажность и некоторый запас пресных грунтовых вод. Приносимые с пылью и осадками соли, попадая в песок, скоро из него выносятся водою, имеющею в песке всегда некоторый определенный сток или к какому либо внутреннему бассейну в пределах данной арены или же за ее пределы. В местах сбора последних остатков стекающих грунтовых вод, конечно, образуется или соленое озеро или солончак. Такие озера и солончаки обычно встречаются внутри арен или по их окраинам (напр. обширные соленосные „Хаки“ по западной окраине Нарынских песков). Если же где либо скопится вода не окончательным стоком, а имеет лишь временную задержку, при чем часть ее уходит дальше, унося соли, то в таких местах образуются даже более или менее пресные озера и богатые карбонатные (на отлагающемся мергеле) луговины.

§ 32. Чем пустынее море барханов, тем оно более благоприятно для накопления в песке влаги и грунтовых вод. А так как более или менее пресная влага, пресная вода, в пустыне является самым главным источником жизни, то становится парадоксальным: мертвая песчаная пустыня наиболее богата необходимыми для органической жизни условиями. Отчего же это происходит? Почему живые эпигены (нарождения) не спешат воспользоваться открытыми для них богатыми условиями эпигенемы (среды рождения)? Причиной этого—сухие пустынные ветры, не дающие песчаному морю успокоиться, раз оно приведено в подвижное состояние. Однако это не совсем так. Не один только ветер образует подвижные пески или, вернее сказать, один только ветер не может вызвать образование и поддержать подвижные

пески. Есть еще другая причина. Это скотосбой—сбивание нарождающегося растительного покрова и разбивание слегающегося песка пасущимися животными. ¹⁾ Если летучие подвижные пески оставить в покое, устранить хождение и пастьбу по ним травоядных животных, то, как показали опыты в Нарынском лесничестве Астраханской губ., такие пески мало по малу покрываются растительностью, затем выравниваются, запыляются и превращаются в злаковые степи (песчаного типцековьяльника—§ 27—более южного типа, вероятно, с большею примесью полыней и прочих серых опушенных двудольных) или же (южнее) в степи белополынье (господство белой полыни—*Artemisia incana*).

§ 33. Такая демутация песчаных пространств происходит следующим образом. Зимой воздух менее сух, выпадают дожди, иногда снег; увлажненный песок подмерзает, перестает передвигаться. Семена яровых однолетников, находящиеся в переносившемся песке, за зиму подвергаются естественной стратификации. Весною оттаивающий песок несколько уплотняется и связывается хотя и малым коллоидальным налетом, обволакивающим песчинки. При этом начинают появляться всходы яровых однолетников преимущественно из маревых (виды камбаков—*Salsola crassifolia*, *Chorispermum*, кумарчик—*Agriophyllum* и др.). Они быстро растут не менее вширь, чем вверх, как бы спеша скорее защитить почву своими густыми ветвями. На гребнях гряд и барханов это им не удается, ибо становящийся более сухим ветер пересушивает эти гребни и начинает с них срывать песчинки, но по более ровным и пониженным местам часть камбаков и кумарчика уцелевает и упорно держится своими широко разбежистыми и углубляющимися корнями. Часть их засыпается, у других обнажаются длинные приповерхностные корни, местами, как паутина, сплетенные над оставшимся не сдутым слоем песка. Полузасыпанные кусты, проростая сквозь насыпку, еще больше кустятся, разрастаясь вширь. При таком состоянии песчаного поля (арены) достаточно даже слабого попаса, чтобы быстро разрыхлить слегка склеившуюся, слипшуюся весною поверхность песка и этим уничтожить его собственное сопротивление новому раздуванию и чтобы порвать только что упомянутое сплетение („паутину“ обнаженных корней камбаков и кумарчика). Тогда победа ветра обеспечена. Он быстро разметает старые, прошлогодние барханы и начинает опять их бесконечную перестройку, пересыпку. Без попаса же деятельность ветра сильно парализуется и песок во многих местах остается не передутым и покрытым шарами разросшихся растений и паутиной их приповерхностных обнаженных корней. Этого достаточно, чтобы осенью на таких местах появились более или менее обильные всходы разных озимых трав—костров-дырсы (*Bromus tectorum* и др.), местами дикой ржи (*Secale fragile*) и проч. Появляются также обильные всходы от легко наносимых ветром семян полыней (*Artemisia arenaria*, *Art. incana*) и других многолетних трав. Начинается более и более значительное закрепление песка. Вершины барханов еще долго как бы дымят при сильных ветрах, срывающих с них песок. Этот песок падает на более густо заростающие пониженные места, и таким образом происходит нивелировка барханов—сглаживание бугристости арены, все более и более заростающей многолетним покровом. Когда арена становится значительно выровненной и заросшей, „барханы“ превращаются в „кунгур“ (заросшую слегка волнистую степь).

¹⁾ В статье «Ергения» (Труды Бюро прикл. Ботан. за 1905 г. стр. 1143) это явление названо скотобоем или пасторальной дигрессией. Правильнее назвать его скотосбоем или пасквальной дигрессией.

§ 34. При такой демутиации покрова арены происходят глубокие изменения в состоянии водного режима. Каждое растение сосет из песка доступную его корням воду. Чем больше становится живых растений, тем больше они высасывают влаги, тем меньше остается ее в песке, тем меньше проходит ее на пополнение расхода грунтовых вод. В результате зарастания барханов и превращения их в кунгур происходит иссякание близких к поверхности пресных грунтовых вод. От этого сгущающаяся растительность становится менее рослою, раньше выгорающею, более серою, опушенною и ароматною (полынный)—более ксерофитною, менее производительною. На ветки и листья этого растительного покрова оседает пыль, приносимая ветрами, из других мест, где происходит раздувание и передувание почв и обнажений. Эта мелкая, преимущественно лессовая, карбонатная, частью солоноватая (с солончаков, с такыров) пыль затем примывается дождями, попадает на поверхность песка. Благодаря вмыванию и деятельности землероев, она затем постепенно перемешивается с песком в его верхних слоях. Таким образом на песке мало по малу образуется слой более влагоемкой (более глинистой) почвы. Промачивание песка водою осадков становится не сплошным (не хватает влаги), промывание прекращается, начинается накопление солей.

§ 35. Так происходит на песках, лишенных древесной и значительной кустарниковой растительности. В случае же наличия такой растительности общий характер демутиации изменяется мало. В котловинах между барханами, особенно в более влажных и пресных (§ 31), от легко налетающих семян видов *Salix*, местами *Tamarix*, *Populus* (§ 29) появляется иногда густая щетина всходов. Часть этих всходов гибнет от засыпания новыми наносами песка. Если же арена достаточно защищена от попаса, то часть всходов уцелевает и быстро трогается в рост. Уже достаточно выросшие кусты могут затем подвергаться засыпанию (при наличии умеренного попаса). Они легко прорастают сквозь засыпку; их густые ветви задерживают новые дозы несомого песка, сквозь которые опять прорастают. При этом засыпанные ветви ив (*Salix*), тамарисков, джужгунов (которые тоже местами появляются) пускают обильные придаточные корни, еще сильнее скрепляющие нарастающий песчаный бугор. Бугры эти растут, а с ними растут и поднимаются на их вершины прорастающие кустарники. И кажется, что кустарники поселяются преимущественно по буграм. Но это не верно. Они появляются по более увлажненным котловинам, а на буграх оказываются уже позже, когда котловины засыпаются и вместо них образуются собираемые самими кустами под собою и внутри себя бугры. При продолжающемся не слишком сильным выпасе образуются бугристые пески с группами кустарниковых ив, тамарисков, джужгунов и куртинами тереков (*Populus hybrida* и др.), лохов (*Elaeagnus*) и даже кое-где черной ольхи (уроч Кандагач). В таком виде оказались более северные урочища Нарынских песков, когда лесное ведомство обратило на них внимание и, принявши, что наличные куртины деревьев и кустов по полувывыбитым полуподвижным пескам близ Ханской Ставки представляют печальные остатки от бывших здесь ранее лесов, решило восстановить эти воображаемые леса. Было учреждено Нарынское лесничество, потом еще другое лесничество, наконец была учреждена даже и лесная школа (в Ханской Ставке) для получения техников по закреплению и облесению огромных беспрерывно увеличивающихся пространств Астраханских, Уральских, Ачикулакских и Терских песков (Прикаспийский район Европейской России).

§ 36. Конечно, с учреждением лесничеств попас по включенным в лесные дачи пескам был строго запрещен, и было приступлено к облесению песков. Были устроены питомники. Из Самары (а может быть

и из Архангельска?) присылались семена сосны, из других мест семена белой акации и т. д. Однако скоро оказалось, что белая акация сильно страдает в Нарыне от морозов, а сосна очень плохо принимается (о том, что она—порода симбиотрофная, нуждающаяся в сожительстве ее корней с грибницей—микоризою—повидимому, и не думали). Удалось завести сосну лишь в двух сыроватых котловинках. Прирост вначале был чрезвычайно сильный, но очень скоро упал, и сосны стали вымирать. Тогда стали сеять ольху, лох, терек и джугун. Сеянцы высаживали на обработанный песок, завели посадку черенками и хлыстами красной шелюги, потом стали пользоваться и местною серою шелюгою (§ 29). Очень много посадок погибало, кое-что и сохранялось. Но больше всего сеяла и размножала (тополи отчасти корневыми отпрысками) сама природа. И вот, скоро песок оказался закрепленным; правда—не столько „лесом“, сколько разросшимся травяным покровом. Но потом что-то произошло нехорошее. Стала исчезать грунтовая вода, высохли бывшие кое-где пресные озера; по котловинам не стало заметно нового самосева древесных и кустарниковых пород, а куртины тереков, самые лучшие куртины, сильно разросшиеся корневыми отпрысками, стали засыхать. Сохнуть стали и шелюга, и джугун, и лохи, и все прочее. Казалось, что это происходит от задержания. Конечно, и задержание тоже причиняло деревьям и кустарникам свою долю вреда и не только испарением влаги, ибо травяная, особенно злаковая, дернина вредна для деревьев и кустарников вообще, даже и при достатке почвенной влаги. Но главный вред, главная беда заключалась в уходе грунтовых вод. Лес еще не стал лесом, а почва под ним уже пересохла! Очевидно стало, что при таком хозяйстве все древесные и большинство кустарниковых насаждений должны погибнуть—высохнуть от недостатка почвенно-грунтовой влаги, а бугринская арена начнет мало-по-малу превращаться в песчаную степь, в кунгур.

§ 37. Увлечлись и переусердствовали! Никогда на Нарынских песках леса не было, а были только небольшие куртины тереков, шелюги, лохов, джугуна, росшие по полусбитым пескам—полуогиленным, полуподвижным. Благодаря некоторому скотосбою, на этих песках установилось некоторое состояние уравновешенности накопления воды в местах сбитых и потребления ее в местах произрастания древесных и кустарниковых куртин. И чтобы оживить засыхающие тереки, шелюгу и прочее, необходимо снова разбить арену, превратить ее частично в голый песок. А как же, можно подумать, было первобытно до размножения в Нарыне номадов—киргизов или других? Да вероятно, так оно и было. Не было стад прирученных животных, но были табуны диких и эти табуны производили естественную пасквальную дигрессию, естественный скотосбой, необходимый для накопления в песках достаточного количества влаги. Имея это в виду, мы должны выработать и соответственную культуру—не пересушивать песков превращением их в кунгур, ибо пески в определенном состоянии, а тем более в пустыне, ценнее малоплодного, скоро выгорающего или заростающего только полынями кунгура. В песках мы находим и необходимую для человека и скота пресную воду, которая среди кунгура попадает и редко и глубоко. На песках и по их окраинам мы имеем невыгорающую летом зеленую растительность не только деревьев и кустарников, но и ценных злаков, каковы песчаный овес (*Elimus arenarius giganteus*, а на западе *El. ar. sabulosus*), еще более ценный песчаный житняк (*Agropyrum sibiricum desertorum*) и проч., а по пониженностям—мягкие луговины из *Atropis convoluta*. На песках мы можем также иметь, правда ограниченные, насаждения выше названных древесных и кустарниковых пород и даже некоторые садовые фруктовые деревья и кустарники до виноградной лозы включительно.

§ 38. Изложенное только что о древесных и кустарниковых насаждениях на песках полупустыни относится, как сказано, к северной части Нарынских песков. Если отсюда двигаться на юг, то древесные насаждения скоро совсем исчезают, следом за ними исчезают ивы (*Salix caspica*, *Salix rosmarinifolia*), лох и прочие кустарники. По приморским пескам еще растет кое-где низкорослая заманиха (*Nitraria Schoeberi*)— преимущественно по солонцеватым песчаным окраинам. Она с *Peganum Harmala* образует невысокие задерживающие песок и пыль холмики-кочки. По сторонам Астраханской железной дороги в южной ее части имеются искусственные защитные против засыпания дороги песком насаждения, в которых лучше всего разрослись средне-азиатские калигонумы (*Calligonum arboreum*, *Call. Garut medusae* и др.), очень ажурные безлистные кусты и небольшие деревья с оригинальными сетчатокрылатыми красноватыми, желтоватыми или беловатыми плодами, а в апреле с множеством мелких белых гречишных цветков, издающих приятный аромат, напоминающий запах цветущих полей гречихи. Здесь культивировано много разных преимущественно средне-азиатских, туркестанских пород, но не достаёт главной—саксаула. По более влажным местам растут тамариски, которые по таким местам кое-где идут на юг до моря (по окраинам ильменей—лиманов) и далее на пески Ачикулака и Терской области. Здесь богатство природно-растущих кустарников снова увеличивается. Появляются серая шелюга, кустарниковая полынь (*Artemisia arenaria*); далее низкорослыми группами попадает серебристый тополь (*Populus alba*), называемый „белолистом“. Наконец, на песках Терской области, с приближением к разливам реки Терека, и дальше, богатство деревянистых видов еще более возрастает. Здесь далее от моря были некогда обширные заросли скумпии (*Rhus Cotinus*). Целое лесничество было, промышлявшее главным образом этим очень ценным дубильным кустарником. Здесь растет особая песчаная форма его, почти идентичная с горно-известковой, растущей также в Бессарабии, в Крыму и в Кавказских горах. Добавим к этому, что *Rhus Cotinus* в Алтагирской искусственно разводившейся даче Бердянского лесничества на сухой песчаной почве по возвышенности правого бока Молочного лимана, сохранялся лучше всех прочих древесных и кустарниковых пород из разводившихся там.

§ 39. Переходя к среднеазиатским джангылам, в царство саксаулов, калигонумов, деревянистых кураев (*Salsola*), песчаной акации и прочих, напомним (§ 30), что их своеобразные „леса“ представляют лишь редину разбросанных кустов, невысоких деревцов, редко где сходящихся в более скученные группы. Они очень светопроницаемы и почва между ними с конца осени до половины весны порастает скудной травянистой растительностью, к лету выгорающей. Старые саксаульные „леса“ представляют более или менее обширные площади, мало оживленные, нередко состоящие из засохших кустов-деревьев („саксаульные кладбища“) без молодого подроста, при полном отсутствии пояса. Искусственные насаждения из представителей таких джангылов, образованные по сторонам Закаспийской железной дороги, вначале, по рыхлому песку, росли хорошо, а затем, по мере закрепления почвы, стали сильно изреживаться и засыхать. Свое прямое назначение—защиту дороги от песчаных заносов—они выполнили. По окраинам защитных пространств, где пасется скот и песок является более разрыхленным, они возобновляются, зеленеют, а внутри этих пространств царит смерть. Очевидно, что и здесь, как и в природных джангылах, мы видим проявление того-же, что удалось установить для Нарынских песков, именно, что жизнь, возрождение, возобновление джангылов связаны с скотосбоем, разбиванием и перевеванием (выносом накопляющейся пыли) арены. Без этого же, вследствие истощения

почвенно-грунтовой влаги, им грозит смерть. Саксаульные „кладбища“ внутри „больших саксаульных лесов“ могут сохраняться многие годы, может быть, даже столетиями, как вследствие сухости воздуха и почвы, неблагоприятных для истлевания, так и вследствие большой прочности саксауловой древесины. Для превращения саксаульного кладбища в молодое свежее насаждение необходимо разбить почву, превратить ее в обнаженный и поэтому подвижный и увлажненный песок.

§ 40. Таковы условия жизни и возобновления растительного покрова припустынных и пустынных арен. Они появляются не сразу. Мы здесь усиленно старались дать картину изменения условий водного режима и форм растительного покрова песков на протяжении лесной, лесостепной, степной и пустынной областей. К сказанному добавим, что, так как у нас, на юге Европейской России, существует две области сухих степей: восточная—Прикаспийская (большая)—и западная—Причерноморская (меньшая—северозапад. ч. Крыма, западная часть континентальной части бывшей Таврической губ. и северное побережье Черного моря в Херсонщине и Бессарабии), то и континентальные песчаные образования в виде ряда обширных Алешковских арен по левобережному низовью Днепра и Днепровского лимана и менее обширных арен в пределах бассейна р. Молочной (и ее лимана-озера), нижнего Буга и морского побережья, представляют условия водного режима и растительного покрова несколько приближающиеся к таковым условиям песчаных пространств сухих степей юго-востока. Здесь также количество выпадающей влаги недостаточно для произрастания сплошных лесных или даже крупно-кустарниковых насаждений. Первобытный покров здесь был песчаный типце-ковыльник (§ 27) по холмисто-волнистой поверхности, вероятно, полузарощенных и полусбойных арен. Но вместо групп терекв здесь росли гайки из березы¹⁾, осины и дуба, вместо серой прикаспийской шелюги здесь обитала местами обычная красная шелюга (§ 29), росло много зиновати (*Cytisus biflorus borysthenicus* Pacz), по котловинкам—чилик, серебристый тополь кустами и серый тальник (*Salix cinerea*), местами группы черной ольхи. Повидимому, здесь недостаток влаги не столь велик, как в песках Нарынских, и указанные групповые насаждения из древесных и кустарниковых пород могли существовать и при меньшей выбитости арены, чем какая необходима для благоденствия таких насаждений на Нарынских песках. Но и здесь мы не имеем основания считать песчаные пространства пригодными для устойчивого сплошного зарощения густыми кустарниковыми насаждениями, а тем более древесными. Они могут обладать только куртиночным характером, правда, в виде более заметных гайков, особенно приуроченных к пониженностям (Буркуты и проч.), но все-таки безусловно ограниченных размеров. Чем более выбита и обнажена между ними поверхность арены, тем, очевидно, лучше условия существования таких гайков, но для их природного семенного возобновления, конечно, необходимо, чтобы местами образовались более защищенные против выпаса и сбиивания богатые влагою пониженности.

§ 41. Более своеобразные условия водного режима представляют приморские береговые пески, в которых отсутствуют водоупорный прослойки выше морского уровня. Под такими песками, распространенными по морским косам, островам, пересыям, находится грунтовая вода разного происхождения и разных качеств. Нижний горизонт

¹⁾ Н. К. Пачоский полагает, что по пескам юга России от низовьев р. Буга и далее на восток в Азию распространена не обыкновенная северная бородавчатая или пушистая береза, а особая киргизская береза—*Betula Kirghisorum* Sawicz? (вопрос Пачоского). („По пескам Днепровского уезда“ Херсон 1919 г.)

линиями на полосные участки второго разряда. Более широкие полосные участки оставались не облесяемыми, а между ними менее широкие (кажется, саженой в 10—20) были закультивировываемы преимущественно красною шелюгою и осокорем (*Populus nigra*¹⁾

Через некоторое время, когда выросли шелюгово-осокоревые полосы, во многих местах оказалось, что большая часть песка с интервальных промежутков вынесена, сдута и нанесена в расположенные к западу от них полосы. В этих полосах с восточных краев образуются песчаные наносные валы с отходящими от них на запад хвостами, переметами. Эти валы и хвосты в пределах полос пронизываются проростающими стеблями шелюги и осокоря и ими закрепляются. Очищенные же от большей части песка интервалы представляют несколько „ожерствленную“, уплотненную и скрепленную коллоидальными веществами, почву, которую однако можно разрыхлить и начать снова обрабатывать. На такой возвращенной почве сеют люцерну, сажают сады и виноградники. Грунтовые воды от этого понижаются, но, вероятно, центральная некультивируемая часть арены их отчасти восполняет.

Мне пришлось быть в Ачикулаке поздно осенью 1916 г. Виноград был уже давно собран и выдавлен. Вино закончило свое брожение; погребов еще не было построено, продажа вина была воспрещена; вина некуда было деть. Им угощали всех вволю. То было великолепное „каберне“!

§ 45. Если сопоставить все изложенное в этой главе, то природа песчаных пространств и их значение выступят довольно определенно. Везде видна их влагонакопительная роль. На сухом и жарком юге она налична лишь при более или менее разбитом состоянии арены; но здесь некоторая разбитость (полусобоя) была им присуща, повидимому, первобытно, до размножения человека. С этою полуразбитостью, очевидно, связано образование особой растительности пустынных арен, выработавшей тип зарослей джанглов (ксерофитное куртиночное или рассеянное редколесье). К этому типу, вероятно, приближаются калифорнийские месквиты (рединные насаждения из *Prosopis juliflora*). Полное прекращение выпаса ведет к задернению такого полусобоя, затем к его выравниванию, запылению и превращению в песчаную степь и в кунгур, на которых пресная грунтовая вода иссякает древесно-кустарниковая растительность исчезает, теряя способность своего возобновления и засыхая. Сплошного зарощения древесно-кустарниковую растительностью песчаные пространства не только пустынь или полупустынь, но даже и зоны южных черноземных (каштановых, степей не выносятся, и здесь настоящих сплошных лесов никогда и не было. Только с средней полосы черноземных степей, по линии крайних южных природных боров (южная окраина Волыни, Чигирин, низовье Тясмина, Павлоград, Славянск, по верхнему Дону, юг Самарского уезда, Бузулук) возможно произрастание на песках еще сплошного леса. Далее же к югу за этою линией надо, чтобы водосборная песчаная площадь была больше площади древесных насаждений. Понятно, что и здесь обнаженный песок должен накапливать воды больше, чем зарощенный. Значит, при содержании поверхности полян в более или менее выбитом состоянии, процент облесенной площади может быть больший, чем при зарощенном, задернелом состоянии полян.

¹⁾ Местными лесоводами выработан здесь совсем особый метод культуры — не посадкою черенков или запашкою хлыстов. При какой-либо посадке здесь обыкновенно материал выдувается, а устилкою. Хлысты шелюги прямо настилаются на голый песок и припиливаются большей частью осокоревыми шпильками-черенками. Такая настилка скоро заносится песком, и сквозь образовавшийся песчаный нанос хлысты шелюги и шпильки осокоря дают побеги.

§ 46. К северу и западу от зоны сухих степей, с увеличением влажности климата, с сгущением растительных покровов, слабеет и исчезает нивелирующее действие ветров, равно как и запыление их приносимую из других местностей пылью. Здесь перехода бараханов в кунгур не наблюдается. Напротив, местами находятся хорошо сохранившиеся типичные пустынные барханы среди сплошных боровых лесов (Тутковский), свидетельствующие о том, что пустынные ландшафты в былое время простирались дальше за их нынешние пределы и что перемена в климате произошла, повидимому, довольно быстрая и резкая, допустившая зарощение барханов без их предварительного сглаживания и запыления.

Приносимые же в наше время речные и береговые морские пески действием ветра громоздятся в более или менее крупные ряды дюн, постепенно нарастающих и надвигающихся в направлении от берегов внутрь суши. Такие дюны достигают местами громадных размеров, обрамляя собою берега. Они задерживают поверхностно-сточные воды, которые скопляются перед береговыми аренами, образуя подпертые водоемы и болота; подпирающая их окраина арены заилывается сносимым стекающими водами илом и становится поэтому маловодопроницаемой. Так образуются лагуны и болота вблизи морских берегов или речных пойм, находящиеся на более приподнятом положении (напр., на вторых террасах и выше). Облесенность таких песков имеет громадное значение, а их обезлесение приносит большие бедствия, как вследствие засыпания песком культурных земель и селений, так и вследствие развита и разроствания прибрежных болот.

§ 47. Только в таких случаях, когда пески залегают на хорошо дренированной возвышенности, в них не происходит накопления близких от поверхности грунтовых вод, и тогда общий доступный для растений запас воды в них становится, особенно при зарощенном состоянии их, очень малым и растительность начинает рано страдать от недостатка влаги. Поэтому зарощенные глубокие дренированные пески представляются очень сухими (например, на Ергенях вне уровней источников, на западном берегу Молочного озера—Алтагир, в Приволжских борах против Самарской Луки и т. д.). Но это бывает сравнительно редко, так как обширные песчаные пространства, являясь новейшими образованиями от водных разливов и наносов, располагаются обыкновенно по равнинным пониженным местам. От этого они обладают обыкновенно близким уровнем воды, который, после уничтожения покрывавшего песок леса, еще больше приближается и выступает на поверхность, вызывая заболачивание (Ланды. Полесья...)

§ 48. Впрочем есть еще одно обстоятельство, способствующее образованию близкой к поверхности верховодки в песках. Это явление может быть названо ожерствлением. Ожерствление заключается в следующем. Глубоко промоченная почва начинает высыхать. Высыхание почвы, лишенной растительности (понижение влажности промоченной почвы ниже предела ее абсолютной влагоемкости) происходит исключительно вследствие испарения влаги с поверхности. Высыхание почвы покрытой растительностью происходит также (и б. ч. в более сильной степени) от десукции (корневого высасывания), которая с глубиной постепенно (а иногда и довольно быстро) сокращается. В том и другом случае верхние горизонты почвы становятся скоро сухими и из более глубоких горизонтов начинается передвижение влаги вверх к пересошим горизонтам. Вблизи уровня грунтовых вод такое передвижение происходит более обильное, вследствие сил капиллярности, в случае же отдаленности грунтовых вод и законченности просачивания гравитационной воды, передвижение воды вверх, в пересушенные горизонты, происходит вследствие пленочной передачи—более медленное. С восходящею во-

дою передвигаются и те растворенные в ней вещества, которые образовались вследствие перехода в раствор некоторых заключающихся в подпочве и почве способных к такому переходу коллоидальных (клееобразных) и кристаллических веществ, главным образом окислов железа, глинозема, некоторых перегнойных веществ, углекислой извести и проч. Передвижение вверх влаги с растворами происходит беспрепятственно при грунте однородном; если грунт к поверхности постепенно делается более мелкоземистым, то такое передвижение усиливается, если же над более мелкоземистым горизонтом лежит пересохшая более грубая, крупнозернистая порода (песок), то, дойдя до поверхности мелкоземистой породы, пленочное (и капиллярное) передвижение вверх почти прекращается. Отсюда влага может испаряться через пересохший песок очень медленно. При наличии же растительного покрова, корни которого достигают поверхности находящейся под песком более мелкозернистой породы, вследствие десукции, влага потребляется из верхнего слоя этой породы гораздо быстрее. Пресную воду корни высасывают, а содержимые в ней псевдорастворы коллоидов и избытки растворов кристаллоидов корнями не всасываются. Эти вещества скопляются в верхней части мелкоземистого грунта (или почвы) в постепенно увеличивающемся количестве. При этом большая часть золь (клееобразных веществ в состоянии способности к растворению) переходят в нерастворимые гели, а растворимая кислая углекислая известь, теряя часть угольной кислоты и превращаясь в углекислую известь, тоже становится почти нерастворимой. Таким образом верхний горизонт мелкоземистой породы мало-по-малу цементируется. Его поры заполняются гелями коллоидов или же углекислой известью. Порода становится твердою и водоупорною. Образуется жерства, на поверхности которой задерживается просачивающаяся сверху вода, и появляется верховодка. Таким образом жерствеет занесенная песком почва под наносною ареною (§§ 43, 44), превращаясь в водоупорную породу.

Итак, и лес и песок задерживают выпадающую воду осадков от поверхностного стока, но тогда как лес ее испаряет, возвращая атмосфере, песок ее поглощает в себя, накапливая увеличенные запасы пресных грунтовых вод.

З а к л ю ч е н и е.

I.

Вследствие сохранения стеблевого высотного прироста своих главных компонентов (деревьев), лесная растительность является более мощною, чем травянистая растительность лугов, степей и проч.; и в благоприятных условиях достатка, доступности и приемлемости почвенно-грунтовой влажности, при достаточных температурных условиях вегетационного периода, первобытно, до вмешательства человека, леса были всегда победителями в борьбе за площадь, за территорию. Поэтому первобытно все лучшие места на земле были заняты лесами. При переходе в сухие континентальные местности, сплошные леса прекращались, повидимому, обыкновенно там, где средняя годовая сумма испаряемости возрастала до величины средней суммы осадков. Равенство этих двух величин может считаться гранью между влажным (лесным) и сухим (степным) климатами. За пределами такой линии в направлении преобладания испаряемости массивные леса сокращались, приурочиваясь к местам повышенного пресного увлажнения и ослабленной испаряемости (нагорные, водораздельные леса и долинные *Gallerienwälder*, перелески по оврагам, гайки и проч.). Холодная почва замедляет десукцию (сосание воды из почвы), поэтому „тайга“ т. е. северные преимущественно хвойные леса, по своему составу ксеро-

фильны. Солончатая влага становится для галофобной растительности лесов неприемлемою. Вследствие этого в сухих континентальных странах встречаются также почвы физически-влажные, но физиологически-сухие (солонцеватые), не пригодные для леса.

Усиленное испарение лесами влаги (задерживающейся на надземных частях—листьях, ветвях, стволах—и высасываемой из почвы-грунта), происходящее за счет стока, и возврат ее воздушным течениям (б. ч. проносящим ее далее вглубь континента) создают сильную дренажную роль лесов. Поэтому в влажном климате сплошные вырубки леса и лесные пожары на равнинах вызывают явления заболачивания, а на северной окраине лесной области—надвигания безлесной тундры. В местностях же рельефных, особенно в горах, лес так сильно влияет сокращающим образом на вредный (разрушительный) поверхностный сток не проникающих в почву вод и усиливающим образом на конденсацию водяных паров, что здесь роль леса становится другою: несмотря на усиленную десукцию почвы-грунта, лес увеличивает образование в горах горных грунтовых вод (Felswasser), следовательно, ослабляя горные разливы („сели“), лес увеличивает дебет горных источников, горных рек и богатство артезианских вод, используемых зачастую далеко за пределами их горного питания.

В общем, лес сушит равнины и увлажняет горы. В местностях с снежными и метелистыми зимами, особенно в наших степях, наветренные (преимущ. северо-восточные, затем восточные, северные и наконец западные относительно лесного массива) лесные опушки вызывают скопления в них нередко весьма значительных снежных наносов с прилегающих открытых площадей. Так же действуют искусственные лесные снегоборные полосы при их достаточной ширине и гущине. Собирая в себе значительные снежные скопления, лесные опушки и полосы в степях, конечно, этим улучшают условия своего существования, вследствие увеличенного увлажнения и промывания почвы-грунта. Кроме того, расположенные выше крутых склонов к долинам, выше оврагов и балок, они задерживают в себе и около себя снег, который без них бесполезно сносился бы в долины, овраги и балки, и заставляют снеговую воду проникать в почву-грунт; но на широкой совершенно равнинной степи полевые или степные участки, окруженные снегоборными полосами, вследствие поглощения сдуваемого с них снега этими снегоборными полосами, сохраняют менее мощный снежный покров и менее значительный запас снеговых вод, чем без такой защиты. Только около самих опушек (больше по заветренным сторонам) задерживается некоторое увеличенное количество снега и происходит запоздалое (от более медленного растаивания) увеличенное промачивание. В сильную же засуху от опушек заходящими от них обильными древесными корнями прилегающая окраина поля сильно высушивается; это вызывает неполный налив зерна, а иногда и выгорание растительности близ опушек. К этому следует добавить, что обрамленность опушками полей увеличивает амплитуду колебаний температуры, усиливает заморозки. Снегоборные опушки более полезны в более рельефной местности, в которой без таких опушек снег сдувается в овраги, балки и другие пониженные места, где его влага менее полезна (или даже вредна), чем на местах более возвышенных. В общем и с этой, и с разных других сторон выходит, что лесной растительности более свойственны места рельефные, склоны, овраги и т. под., чем места равнинные, на которых обыкновенно лес и растет менее успешно. Сохранение леса на равнинных поверхностях полезно только в случае избытка влаги и невозможности или недоступности коренного дренажа гидротехническими способами. Здесь лес является мощным осушителем.

Сокращая сток вод, особенно вод разливов, и усиленно испаряя задерживаемую воду обратно в атмосферу, леса, расположенные по пути проникания вглубь континентов влагоносных воздушных течений, должны обособливать принос вглубь континентов более влажного воздуха и больших количеств осадков. В этом отношении сокращение лесистости Пруссии, Польши, Латвии, Белоруссии и северной части Украины должно вызывать уменьшение влажности воздуха и сокращение осадков (особ. летних) в степях России ¹⁾.

II.

Песок (песчаные почвы) также, как и лес, неблагоприятен для поверхностного стока вод. Благодаря слабой водоудерживающей силе (малой удельной поверхности частиц, низкой влагоемкости), гораздо большая часть воды осадков в песке проникает вглубь. От этого под песками (не считая россыпей щебня, гальки и проч.) скопляется наибольшее количество грунтовых вод. Этому благоприятствует также слабая капиллярность песка и его обычная бедность зольными питательными веществами, обуславливающая развитие менее мощной, менее энергично десугирующей почву-грунт растительности. Поэтому пески на равнине обыкновенно являются выдающимися накопителями грунтовых вод. Вследствие незначительности содержания коллоидальных веществ и слабого поверхностного притяжения частиц, пески обладают очень слабую способностью задерживать в себе солевые вещества, которые из них легко и скоро вымываются. Таким образом пески обыкновенно являются бедными, тощими почвами. По направлению к сухим пустынным материковым центрам промываемость песков понижается и их химическое бесплодие становится менее подавляющим, они становятся более богатыми, но все-таки и здесь их промываемость бывает большая, чем промываемость почв более влагоемких. Поэтому наиболее пресная вода в степях и пустынях находится под песками.

Благодаря таким свойствам песчаных площадей (арен), вызываются существенные изменения в характере природного растительного покрова. По обширным равнинным аренам крупные болота вообще и моховые в частности проникают наиболее далеко из влажных лесных областей к их более сухим окраинам, к линии равенства осадков и испаряемости (болотистые „полесья“), а лесные массивы по обширным аренам (зандра, флювио-гласиальным и друг.) проникают наиболее глубоко в сухую область черноземных степей, в которой испаряемость уже превышает осадки (языки лесных почв в бассейнах Цны, Суры и др.). Однако, с увеличением сухости климата, и здесь начинает ощущаться недостаток влаги. Лес сильно дифференцирует, лучшие насаждения приурочиваются к более влажным понижениям, а на сухих песчаных буграх остается низкорослый изреженный „пристепный сосняк“, крайне трудно возобновляющийся. Еще далее лес сосредоточивается лишь по упомянутым понижениям, а между ними господствует песчаный ковыльник. Лесной массив распадается на мелкие перелески („гайки“). По линии Бердичев, Тараща, Чигирин, Павлоград, Славянск, Саратов, Бузулук (карта Танфильева) проходит предел естественного распространения сосны (появляющейся южнее только в горах). Южнее этой линии перелески по аренам состоят только из лиственных пород (осины, березы, осокоря, серебристого тополя, ольхи, местами дуба) и число их и относительная площадь все более и более

¹⁾ Об этом см. автора „О гидроклиматическом значении лесов“ в Лес. Журнале за 1911 г., позже, в 1913 г., в „Science“ о том же д-р Р. Зон (реферат в Лес. Жур. 1915 г. стр. 1342).

сокращаются. Доходят они вдоль Днепра до берегов Черного моря, далее к востоку—до нижнего течения Дона, до Еруслана (приток Волги) и до средней части возвышенности Общего Сырта.

В области Прикаспийской низменности появляется уже совсем иная растительность—выходцы из среднеазиатских „тугаев“ (пойм) и „джангылов“. „Джангылы“ (по фон-Бранке) представляют совершенно своеобразную растительность, состоящую из более или менее крупных кустов и низкорослых деревьев преимущественно из семейств Chenopodiaceae и Polygonaceae, реже из Fabulaceae и др., расбросанных по более или менее обнаженным подвижным аренам, раздуваемым сухими ветрами. Эти кусты и деревья характерны очень ксерофильною организацией (суккулентностью, редуцированной листвою) и твердою сильно теплотворною древесиною (особенно саксаул—*Haloxylon Amodendron*). Тем не менее и эти древеснистые породы довольно требовательны относительно влаги. Они легко поселяются по полуразбитым пескам, благодаря накоплению в них влаги даже в пустынном жарком климате Средней Азии. Самыми богатыми влагою являются разбитые пески. По мере зарощения, вследствие корневой десукции (в гораздо большей степени, чем вследствие прямого испарения влажности) пески становятся более обедненными влагою, более сухими. Заростающие пески выравниваются, мало по малу запыляются пустынною лесовою пылью, становятся более влагоемкими, более сухими и наконец они обогащаются солями. Такие почвы („кунгур“, по Мушкетову) становятся непригодными для произрастания даже „джангылов“ и последние вымирают („саксаульные кладбища“). Свежие живые джангылы связаны с явлением разбивания пустынных арен, передутости и подвижности песков, зависящих от „скотосбоя“—*digressio pasquale*). Такой скотосбой производился в пустынях и до размножения человечества многочисленными табунами диких животных. Оставление пустынных арен без скотосбоя, ревнивая охрана их от пописа и разбивания, влечет за собою вымирание джангылов и вообще всякой крупно-кустарниковой, древовидной и луговой растительности и превращение барханных песков в упомянутый выше кунгур. С другой стороны, чрезмерный попас, чрезмерный скотосбой, ведет к образованию совершенно голых, совершенно пустынных песков. Optimum лежит где-то в середине, при некотором ограниченном или периодически сменяющемся попase. Выработку таких норм скотосбоя была озадачена в последнее перед мировую войною время песчано-овражная организация на Астраханских песках.

Итак, пески являются накопителями пресных грунтовых вод. Чем менее они зарощены десугирующим их растительным покровом, тем они более влагоносны и водоносны. В сухих глубоко континентальных областях разбивание песков производится скотосбоем. Первобытно производился природный скотосбой дикими животными. Он вызывал разбитость, влагоносность пустынных арен и их способность питать как деревянистую растительность джангылов, так и некоторую в высшей степени ценную для пустынь луговую и кустисто-злаковую незацветающую в течение длительного сухого лета растительность (по окраинам арен, по котловинам и ложбинам среди них). Здесь в засуху спасались дикие табуны от бескормицы. Если пасущиеся животные становились слишком многочисленными и их скотосбой переходил за пределы оптимума, сокращались свежие зеленые покровы и кусты среди барханных песков, корму нарастало недостаточно и табуны травоядных естественно изреживались. В деле природного изреживания травоядных должны были играть видную роль также разные хищные звери и заразные болезни.

С размножением человека нарушено природное равновесие в степи зарощенности песков. И степь и барханы оказались пересбитыми его прирученными и приспособленными животными. Площадь континентальных раздутых арен стала расти чрезвычайно, а ее природные покровы стали исчезать. Образовывались обширные пространства совершенно бесплодных сыпучих песков. Наступил естественный кризис. Выход из него должен быть найден опытным путем. Очевидно, необходимо сократить попас, но не до степени полного запрета, полной охраны обширных площадей. Необходимо регулировать выпас во времени (определить периоды отдыха, периоды зарощения пересбитых арен) и в пространстве (загораживая от сбоа культурные участки, разбрасываемые по подвергаемой сбою арене).

Облесяя и вообще закультивировывая обширные песчаные пространства в области сухих степей и пустынь, необходимо учитывать приход и расход почвенно-грунтовой влажности, имея в виду, что, чем суше климат, чем больше преобладает испаряемость над осадками, тем шире должны быть более или менее свободные от растительного покрова водосборные обнаженные песчаные поверхности, тем реже и уже должны быть продуктивные площади, тем реже в общем широком масштабе должен быть растительный покров.

Белая акация — очень ценная порода для культуры на южных песках. Но она довольно требовательна относительно влаги и питательных веществ в почве. Поэтому, в пределах, ограниченных ее термохорой (температурными условиями климата), она хорошо растет обыкновенно лишь при культуре сравнительно небольшими участками среди разбиваемой арены, представляющими слои покровного песка поверх неразвезанной занесенной им черноземной (или полупустынной) почвы. Необходимы опыты дальнейшей акклиматизации.

Вообще же наши обширные болота влажной лесной области и песчаные пустыни сухой области еще почти не затронуты культурой, между тем они хранят в себе значительные возможности и открывают широкие перспективы рациональной культуры.

Г. Н. Высоцкий.

WALDWASSERSKIZZEN.

Infolge der Erhaltung der Stengelzuwaches ihrer Hauptkomponenten (der Bäume) erweist sich die Waldvegetation mächtiger, als die Grasvegetation der Wiesen, Steppen u. a.; und bei günstigen Umständen von Reichlichkeit, Zugänglichkeit und Aufnahmefähigkeit der Grundbodenfeuchtigkeit, bei genügenden Temperaturbedingungen der Vegetationsperiode, waren ursprünglich, bevor sich der Mensch hineingemischt hatte, die Wälder immer die Sieger im Kampfe um Fläche und Gebiet. Daher waren ursprünglich alle besten Stellen auf der Erde von Wäldern eingenommen. Beim Übergang in trockene kontinentale Länder endigten augenscheinlich ununterbrochene Wälder gewöhnlich da, wo die jährliche Durchschnittssumme der Ausdünstbarkeit sich bis zur Höhe der Durchschnittssumme der Niederschläge erhob. Die Gleichheit dieser zwei Grössen kann als Grenze zwischen feuchtem (Wald-) und trockenem (Steppen-) Klima angesehen werden. Beim Überschreiten einer solchen Grenzlinie, in Bezug auf das Vorherrschen der Ausdünstbarkeit, verringerten sich massive Wälder, indem sie sich Stellen mit erhöhter Süßwasserbewässerung und geschwächter Ausdünstbarkeit anpassten (Bergreviere, auf die Wasserscheide bezügliche Wälder, Talwälder, Gallerienwälder, schmale Waldstreifen in Schluchten u. andere). Die kalte Erdschicht verzögert die Desuktion (das Aussaugen des Wassers aus dem Boden), und daher ist die «Taiga» d. h. nördliche, vorzüglich Nadelwälder, ihrem Bestande nach xerophil. Die salzhaltige Feuchtigkeit ist für die

Falle nutzbringend, wenn ein Feuchtigkeitsüberfluss und eine Unmöglichkeit oder Unzugänglichkeit einer ursprünglichen Trockenlegung mit hydrotechnischen Mitteln vorhanden ist.

Sowohl Sand (Sandboden), als auch Wald sind für oberflächlichen Wasserabfluss ungünstig. Dank einer geringen wasseranhaltenden Kraft (einer geringen spezifischen Oberfläche der Teilchen, einer niedrigen Feuchtigkeitskapazität), dringt ein viel grösserer Teil der Wasserniederschläge im Sande in den Erdboden ein. Daher sammelt sich unter Sandboden (ausgenommen Lager mit grobem Grand und Gerölle) die grösste Grundwassermasse an. Letzteres begünstigt auch die schwache Kapillarität des Sandes und seine gewöhnliche Armut an aschenhaltigen Nahrungstoffen, die die Entwicklung einer minder mächtigen, den Erdboden minder energisch aussaugenden Vegetation bedingt. Infolgedessen erscheinen Sandflächen auf einer Ebene als hervorragende Ansammler der Grundgewässer. Infolge ihres geringen Kolloidalstoffinhaltes und ihrer schwachen oberflächlichen Anziehungskraft der Teilchen, besitzen Sandgegenden eine sehr geringe Fähigkeit Salzstoffe in sich aufzuhalten, da die letzteren leicht und bald aus dem Sandgrunde ausgespült werden. Daher erweisen sich gewöhnlich Sandflächen als armer, magerer Boden. In der Richtung nach trockenen, öden Continentalzentren vermindert sich die Auslangungsfähigkeit des Sandes und seine chemische Sterilität wird weniger drückend, er wird reicher, aber auch hier ist sein Auslaugungszustand ein grösserer, als in Bodenschichten, die eine grössere Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit besitzen. Daher befindet sich das süssere Wasser in Steppen und Einöden unter dem Sandboden.

Dank solchen Eigenschaften der Sandflächen (Arenen) rufen sie wesentliche Veränderungen im Charakter der natürlichen Vegetationsdecke hervor. Auf den weiten ebenen Arenen dringen die grossen Moräste überhaupt und die Moosmoräste insbesondere aus den feuchten Waldgegenden viel weiter zu ihren trockeneren Grenzmarken, zur Linie der Niederschläge- und Ausdünstbarkeitsgleichheit (morastige waldige Gegenden) durch. Die auf den weiten Arenen (Sandr, fluvio-glacialen u. a.) gelegenen Waldmassive aber dringen viel tiefer in die trockene Gegend der aus Schwarzerde bestehenden Steppen, in der die Ausdünstbarkeit schon die Niederschläge übertrifft (Waldbodenzungen im Bassin der Zna, Ssura u. a.). Mit Vergrösserung der Trockenheit des Klimas jedoch macht sich auch hier Feuchtigkeitsmangel fühlbar. Der Wald differenziert stark, die besten Bestände passen sich den feuchteren Niederungen an; auf den trockenen sandigen Hügeln aber bleibt nur schlechtwüchsiger, gelichteter, Vorsteppenkiefenwald, der sich nur äusserst schwer verjüngt, zurück. Ferner konzentriert sich der Wald nur auf genannten Niederungen, zwischen ihnen aber herrscht Sandpflanzengras. Das Waldmassiv zerfällt in kleine Waldstücke (kleine Haine). Auf der Linie Berditschev, Tarastscha, Tschigirin, Pawlograd, Slaviansk, Ssaratov, Busuluk (nach der Karte Tanfiljevs) liegt die Grenze der natürlichen Verbreitung der Kiefer (die südlicher nur im Gebirge anzutreffen ist). Mehr nach Süden zu von dieser Linie bestehen die Waldstücke in den Arenen nur aus Laubholzarten (der Espe, Birke, Schwarzpappel, Silberpappel, Erle, stellenweise Eiche), und sowohl ihre Zahl, als auch ihre relative Fläche nimmt mehr und mehr ab. Sie reichen längs dem Dnjepr bis zu den Ufern des Schwarzen Meeres, weiter nach Osten bis zum niederen Laufe des Dons, des Jeruslans (eines Nebenflusses der Wolga) und bis zum mittleren Teile der Anhöhe des Obschj Ssyrt.

Im Bereich der an der Kaspisee gelegenen Niederung erscheint schon eine ganz andere Vegetation—Auswanderer aus den mittelasiatischen Auen (Tugay) und «Dschangylen». «Dschangylen» (nach von-Branke) vertreten eine ganz eigentümliche Vegetation, die aus mehr oder weniger starkem Unterholz und niedrigen Bäumen der Ordnung Chenopodiaceae und Polygonaceae, seltener der Ordnung Papilionaceae u. a., die auf mehr oder weniger blosgelegten beweglichen, von trockenen Winden verwehten Arenen verstreut sind, besteht. Dieses Unterholz und diese Bäume sind durch ihre xerophile Organisation (Succulentenbau und redu-

ziertes Laub) und harte, in starkem Masse Wärme erzeugende Holzsubstanz (besonders Ssakssaul—Haloxylon Ammaddenron) kennzeichnend. Dessenungeachtet erheben auch diese holzartigen Varietäten einen starken Anspruch auf Feuchtigkeit. Sie siedeln sich leicht auf halbzerschlagenen Flugsandflächen an, und dank der Fluchtigkeitsanhäufung in ihnen sogar im heissen Wüstenklima Mittelasiens. Die reichsten an Feuchtigkeit sind zerstörte (zerschlagene) Flugsandflächen. Nach Massgabe der Pflanzenbedeckung infolge der Wurzeldesuktion (in weit grösserem Masse, als infolge direkter Feuchtigkeitsausdünstung), wird der Sandboden ärmer an Feuchtigkeit, trockener. Die von Pflanzen sich bedeckenden Sandflächen werden gross und stark, bestäuben sich nach und nach mit Wüstenlössstaub, werden fähiger Feuchtigkeit aufzunehmen, werden trockener, und endlich bereichern sie sich mit Salzen. Solche Bodenschichten («Kungur» nach Muschetov) werden sogar zum Dschangylwachsen untauglich, und letztere sterben aus (Ssakssaulfriedhöfe). Die frischen, lebendigen Dschangylen sind mit Zerschlagenheit der Wüstenarenen, Hin- und Herwehen und Verschiebbarkeit des Sandbodens, die durch das Vich verursachte Weidenoberflächezerschlagenheit (digressio pasquale) abhängen, verbunden. Eine solche Erscheinung wurde auch schon bis zur Vermehrung der Menschheit von zahlreichen Herden wilder Tiere erzeugt. Die Belassung der öden Arenen ohne solche Beweidung, die eifrige Bewahrung derselben vor Abweiden und Zerschlagenheit zieht das Aussterben der Dschangylen und überhaupt jeglicher starker Strauchgewächse, Wald- und Wiesenvegetation und die Verwandlung der Sandkupseln in obengenannten «Kungur» nach sich. Andererseits führt das übermässige Abweiden zur Bildung ganz kahler, öder sandiger Flächen. Das Optimum liegt irgendwo in der Mitte bei einem beschränkten oder von Zeit zu Zeit sich abwechselndem Abweiden. Mit Ausarbeitung solcher Weidennormen war in den letzten Jahren vor dem Weltkriege die Flugsandbindungsorganisation auf den astrachanschen Flugsandflächen besorgt.

Also sind die Feugsandflächen Ansammler süssen Grundwassers. Je weniger sie mit einer sie desugierenden Vegetationsdecke bewachsen sind, desto mehr Feuchtigkeit und Wasser enthalten sie. In trockenem, sehr kontinentalen Gegenden wird das Sandoberflächezerstörung von Digressio pasquale vollführt. Ursprünglich wurde das von wilden Tieren erzeugt. Digressio pasquale veranlasste eine Zerschlagenheit und eine Wasserhaltigkeit der wüsten Arenen und eine Fähigkeit derselben sowohl die Waldvegetation der Dschangylen, sowie auch eine gewisse, für die Wüsten im höchsten Grade wertvolle, im Laufe eines andauernden trockenen Sommers nicht vertrocknende, Wiesen-, Busch- und Crasvegetation (an den Arenengrenzen, in Kesseln und Vertiefungen inmitten derselben) zu unterhalten. Hier retteten sich wilde Herden während einer Dürre vom Futtermangel. Wenn die sich weidenden Tiere zu zahlreich wurden und ihr Beweidung die Grenzen des Optimums überschritt, verminderten sich die frischen grünen Pflanzendecken und Sträucher inmitten der Sandkupseln; auf ihnen wuchs unzureichendes Futter, und die Herden der Pflanzenfresser wurden natürlich geringer. Bei der natürlichen Verringerung der Pflanzenfresser mussten eine ansehnliche Rolle auch verschiedene Raubtiere und ansteckende Krankheiten spielen.

Mit der Vermehrung der Menschheit ist das natürliche Gleichgewicht im Verwachsungsgrade der Sandgegenden gestört. Sowohl die Steppe, als auch die Sandkupseln erwiesen sich von den von den Menschen gezähmten und die Verhältnissen angepassten Tieren zerschlagen. Die Oberfläche der kontinentalen verwehten Arenen begann ausserordentlich zu wachsen, ihre natürlichen Decken aber begannen zu verschwinden. Es bildeten sich grosse vollständig sterile Flugsandflächen. Die natürliche Krise trat ein. Ein Ausgang aus derselben musste auf experimentalem Wege gefunden werden. Augenscheinlich muss die Abweidung vermindert werden, doch nicht bis zum Grade eines vollständigen Verbotes, einer vollständigen Aufbewahrung ansehnlicher Sandflächen. Es muss die Abweidung der Zeit nach (Bestimmung der Ruheperioden, der Verwachsungsperioden der zerschlagenen Arenen) und dem Raume nach (durch

