

## Стационарные исследования эоловых процессов в Онон-Аргунской степи

*Титова З.А. — старший научный сотрудник Института географии им.  
В.Б. Сочавы СО РАН*

*Тюменцева Е.М. — доцент каф. географии, природопользования и  
туризма Восточно-Сибирской государственной академии образования*

При исследовании современных экзогенных процессов большое внимание уделяется изучению эоловых процессов, которые принимают активное участие в переносе и отложении мелкозема. Наблюдения за деятельностью ветра велись в связи с изучением перемещения рыхлого материала на разных формах рельефа, а также с целью разработки системы противоэрозионных мероприятий.

Были оборудованы две площадки, одна в днище пади, а другая на поверхности выравнивания ключевого участка Онон-Аргунской степи (рис. 1). Наблюдения использовались пылеуловителях, которые были врезаны не только почву, но еще установлены на разной высоте над поверхностью земли (1,5; 1,0; 0,50 и 0,30 м). Это производилось для того, чтобы выяснить на какой высоте происходит максимальный перенос рыхлого материала.



*Рис. 1. Онон-Аргунская степь. Днище пади. Влажное лето*

Изучение эоловых процессов производилось комплексно. Так, на ключевом участке велись наблюдения за направ-

лением и скоростью ветра, атмосферными осадками, влажностью почвы и

снежным покровом, а также изучался механический состав почв.

Эоловые процессы в степном Забайкалье весьма интенсивны, чему благоприятствуют климатические условия — небольшие суммы атмосферных осадков, высокая испаряемость и ветры большой скорости. Транспортирующая деятельность ветра является главным образом от его скорости [7]. Для развития эоловых процессов большое значение имеет механический состав почв. Поскольку в изучаемом районе распространены почвы супесчано-суглинистого состава, то они легко развеваются ветром и особенно интенсивно, когда он достигает большой скорости. Развитие эоловых процессов связано с влажностью почвы. Противозероизионная устойчивость влажной почвы объясняется тем, что почвенная влага, находящаяся между частицами, благодаря поверхностному натяжению увеличивает силу сцепления.

Важное значение в развитии эоловых процессов играет растительность. Одна из характерных черт растительного покрова Харанорской степи — сезонная изменчивость, которая в частности, выражается в количестве фитомассы как отдельных видов, так и сообществ в целом. Основные виды растительности большую часть наземной массы наращивают к середине июля [5]. Поскольку изменение фитомассы происходит параллельно изменениям проективного покрытия, можем сделать вывод, что в мае и июне, когда почва слабо защищена растительностью, складываются все условия для активного развития эоловых процессов, наоборот, в июле проявление ветровой эрозии сдерживается растительностью и влиянием других факторов.

Защитную роль играет и наличие подземной части в степных сообществах, на которую приходится около 90 % всей растительной массы. Подземная часть растительной массы скрепляет почву, в результате она меньше разрыхляется, а значит и слабо развивается. В связи с этим, важно отметить, что нарушения дернового покрова ведет к активизации эоловых процессов. Благоприятствует развитию эоловых процессов и неравномерность

распределения атмосферных осадков как в течение года, так и в каждом сезоне. Особенно это касается летних месяцев, когда в засушливый период из высохших почв выдувается мелкозем.

Указанные выше факторы определяют интенсивность процессов. Я.Я. Демшин [4] важнейшими предпосылками дефляции считает критические скорости ветра, вызывающие перенос почвенных частиц, механический состав почвогрунтов, поддающийся переносу; мощность снежного покрова, играющего защитную роль от ветрового выдувания почв; интенсивность выпадения атмосферных осадков и влажность поверхности. По Т.Ф. Якубову [См. 7], неперемные условия развития ветровой эрозии — наличие достаточной скорости ветра и незащищенной, сухой раздельночастичной, распыленной или мелкоагрегированной почвы. Однако необходимо иметь в виду, что названные факторы в зависимости от сезонов года по-разному влияют на активность эоловых процессов.

#### *Ход эоловых процессов на заповедной территории*

На основании анализа количества накопленного в пылеуловителях материала по месяцам можно судить об интенсивности эолового процесса по сезонам. Накопление мелкозема на склонах по сезонам протекало с разной активностью. Следует отметить, что высокой интенсивности эоловые процессы достигают в летние месяцы.

Максимум развития эоловых процессов приходился на лето 1976 г. Так, на южном склоне — величина накопления составила  $281 \text{ г/м}^2$ , на северном и западном склонах была ниже — соответственно  $163$  и  $157 \text{ г/м}^2$ . Несмотря на то, что 1977 г. эоловый процесс максимального развития достиг также в летние месяцы, но он все-таки происходил не так активно, как в это время предыдущего года. Это объясняется прежде всего тем, что указанные летние сезоны различаются по характеру увлажнения. По данным Г.Н. Мартяновой летний период 1976 г. — влажный, а летний сезон 1977 г. — сильно влажный. Наибольшее количество мелкозема накопилось на

ном склоне, и его величина составила 83 г/м<sup>2</sup>.

Показатели аккумуляции западном и северном склонах были меньше и соответственно равнялись 28 и 40 г/м<sup>2</sup>.

Летом 1978 г. эоловые процессы по сравнению с предыдущим летним сезоном проявились слабее. Но это указывают их величины, которые на западном, северном и южном склонах соответственно составляли 10, 12 и 40 г/м<sup>2</sup>, т.е. были меньше, чем в это время 1977 г. Причина состояла в том, что эти летние периоды различались по увлажнению, а по скорости ветра они почти одинаковыми. Так, летний сезон — 1977 г. был влажным, а летний период 1978 г. умеренно влажным, что безусловно повлияло на влажность почвы, от состояния которой в тот или другой отрезок времени зависит интенсивность эоловых процессов. Особенно благоприятно сказывается на развитии этих процессов продолжительное отсутствие дождей. Например, в июне — августе 1977 г. осадков выпало больше, чем в летние месяцы 1978 г., но дней с дождями наблюдалось меньше, что сказалось на интенсивности эоловых процессов.

Несколько иначе эти процессы развивались в летние месяцы 1979 г. Так, в июне, несмотря на благоприятные условия (осадков выпало 4,2 % от всей летней суммы, май был сухим, влажность почвы составляла 2,5–5 %) ветровая эрозия проявлялась не так интенсивно, чем в это время предыдущих лет, а также по сравнению с июлем — августом указанного года. Необходимо отметить, то по режиму ветров июнь 1979 г. почти не отличался от этого же периода 1976–1978 гг. Поэтому трудно объяснить невысокую интенсивность эоловых процессов в июне 1979 г. Максимум их развития приходился на июль указанного года, особенно на его первую половину, поскольку во вторую половину этого месяца, а также в августе выпало 95,8% от летней суммы атмосферных осадков, т.е. условия для проявления дефляции были не подходящими.

Однако интенсивность эолового процесса в это время была хотя и немного, но выше, чем в июне. По-видимому, это объясняется режимом ветров. Например, в августе 1979 г. было 6 дней со

скоростью ветра 6–7 м/с, 4 дня — 8–9 м/с и 2 дня, когда она достигла 10–11 и 14–15 м/с. Вероятно, эти ветры в те короткие бездождные периоды (несколько дней) совершили значительную работу по выдуванию мелкозема из почвы и его аккумуляции. Величины накопления за лето 1979 г. были больше, чем в летний сезон 1978 г., но меньше по сравнению с этим сроком 1977 г.

В летний период 1980 г. интенсивность эоловых процессов на склонах была почти такой же, как в это время предыдущего года (за исключением склона северной экспозиции). Например, показатели накопления на склонах северной и южной экспозиции за летние месяцы 1980 г. соответственно составляли 33 и 45 г/м<sup>2</sup>.

Рассмотрим ход эоловых процессов на поверхности выравнивания и в днище пади. Максимумы и минимумы их развития на этих формах рельефа совпадали, но интенсивность была неодинаковая. Так, в период летнего максимума 1976 г. величина накопленного материала достигла 298 г/м<sup>2</sup> в днище пади и 132 г/м<sup>2</sup> — на поверхности выравнивания. Количество накопленного материала в это время 1977 г. в днище и на поверхности выравнивания соответственно составляло 121 и 49 г/м<sup>2</sup>. Максимального развития эоловые процессы на этих формах рельефа достигли в летние месяцы 1980 г. Так величина аккумуляции за указанный срок в днище пади и на поверхности выравнивания, соответственно равнялись 28 и 10 г/м<sup>2</sup>. Однако в этот летний период минимум в днище пади и на поверхности выравнивания не совпадал с минимумом на склонах. Причина пока не выяснена. Активность процессов в июне — августе 1978 г. на поверхности выравнивания была такой же, как в это время 1980 г., а в днище пади значительно выше. Летом 1979 г. эоловые процессы на указанных формах рельефа происходили интенсивнее, чем в этот период 1978 и 1980 гг.

Таким образом, в разные летние сезоны интенсивность эоловых процессов неодинаковая, поскольку они различаются по гидрометеорологическим условиям.

Интенсивность дефляции весной также, как и летом зависит прежде всего от гидрометеорологических условий. Максимального развития эоловые про-

цессы достигли весной 1978 г. Согласно Г.Н. Мартыановой указанный год был холодным и умеренно влажным. Активизация ветровой эрозии в апреле – мае была связана прежде всего с ветрами повышенной скорости. Так, весной 1978 г. было 10 дней со скоростью ветра 8–9 м/с, столько же дней со скоростью 14–15 м/с, 6 дней со скоростью 10–11 м/с. Наблюдались ветры 12–13 и 18–20 м/с. Господствовали ветры северо-западного направления. Такого количества дней с ветрами повышенной скорости больше не наблюдалось. Наиболее интенсивно процесс происходил на склоне южной экспозиции. На это указывает его показатель, который составлял 27 г/м<sup>2</sup>, а на склонах северной и западной экспозиции, он соответственно достигал 11 и 18 г/м<sup>2</sup>.

Минимальная активность эоловых процессов наблюдалась в апреле – мае 1979 г. Интенсивность их на склонах

была почти одинаковой. Понижение активности ветровой эрозии весной указанного года по сравнению с весенним сезоном 1978 г., объяснить трудно, поскольку эти периоды по режиму ветров и по условиям увлажнения различались мало.

Судя по показателям аккумуляции активность эоловых процессов в весенние месяцы 1977 г. была ниже, чем в этот срок 1978 г., но выше по сравнению с апрелем – маем 1979 г. Максимального развития весной 1977 г. они достигли на склоне южной экспозиции. Весной 1980 г. активность процессов в отличии от этого сезона предыдущего года немного повысилась, причем на склонах она была одинаковой. Но это указывают их величины, которые равнялись 10 г/м<sup>2</sup>.

Исследования показали, что по интенсивности развития эоловых процессов осенние периоды отличаются от летних и весенних сезонов (рис. 2).



*Рис. 2. Онон-Аргунская степь в раннеосенний период*

Так, если летом 1976 г. они достигали максимального развития, то осенью этого же года их активность понизилась

в несколько десятков раз. Это можно объяснить тем, что осенью 1976 г. наблюдалось небольшое количество дней

с ветрами повышенной скорости. Например, в сентябре – октябре было всего 4 дня со скоростью ветра 6–7 м/с и 3 дня со скоростью 14–15 м/с, преобладали ветры восточного и северо-западного направления. Интенсивность процессов на склонах была почти одинаковой. В днище пади и на поверхности выравнивания они протекали тоже одинаково, однако их активность по сравнению со склонами была выше в два раза.

Максимальное развитие ветровой эрозии в осенний период наблюдалось в 1977 г. Наиболее интенсивно она происходила на склоне южной экспозиции и в днище пади. В сентябре – октябре указанного года были подходящие условия для действия ветровой эрозии. Например, в отличие от осени предыдущего года в сентябре – октябре 1977 г. было 11 дней со скоростью ветра 6–7 м/с, 6 дней со скоростью 8–9 м/с и наблюдались дни со скоростью ветра 18–20 м/с. Господствовали ветры северо-западного направления.

Минимальная интенсивность процессов отмечалась в осенние месяцы 1978 г., причем она была одинаковой на всех формах рельефа (за исключением склона западной экспозиции и поверхности выравнивания). Необходимо заметить, что ветровой режим в сентябре – октябре указанного года был благоприятным для проявления эоловых процессов, поскольку наблюдались ветры со скоростью 6–7, 8–9, 10–11, 12–13 и 14–15 м/с (северного и северо-западного направления). Однако, несмотря на это интенсивность их была невысокой, что объяснить отрицательными температурами воздуха и установлением снежного покрова в начале октября.

Активность эоловых процессов осенью 1979 г. была выше (за исключением склона северной экспозиции) по сравнению с этим сроком предыдущего года. Особенно интенсивно они происходили на склоне южной экспозиции и их величина составляет 21 г/м<sup>2</sup>.

Следует отметить, что на поверхности выравнивания интенсивность процессов была низкой, а их показатель минимальным. В днище пади процессы происходили не так интенсивно, как на склоне южной экспозиции, но их актив-

ность была 2,5 раза выше, чем на поверхности выравнивания.

Из изложенного ясно, что в разные осенние сезоны эоловые процессы происходили с различной активностью, причем на разных формах рельефа неодинаково. Изменение интенсивности эоловых процессов объясняется сменой гидрометеорологических режима, от которого зависит скорость ветра и его продолжительность, а также установление снежного покрова и отрицательных температур воздуха.

Зимой (ноябрь – март) эоловые процессы протекали с разной интенсивностью, которая на различных формах рельефа тоже была неодинаковой. В отличие от других сезонов зимний самый продолжительный, поэтому чаще подвержен изменению погодных условий. Судя по показателям, максимального развития эти процессы достигали зимой 1976/77 гг. Высокая активность процессов наблюдалась на всех формах рельефа (за исключением склона северной экспозиции).

Минимальная активность этих процессов приходилась на зиму 1979/80 г. Так, величина накопления на склонах северной и южной экспозиции соответственно равнялись 2,0 и 6,0 г/м<sup>2</sup>, а на поверхности выравнивания и днище пади они достигали 4,0 и 3,0 г/м<sup>2</sup>.

Основная причина такой низкой интенсивности эоловых процессов состояла в том, что в этот период выпало много снега, который сплошь покрыли земную поверхность и очень затруднял их развитие.

В зимний сезон 1977/78 г. процессы протекали наиболее активно по сравнению с зимами 1978/79 г. и 1979/80 г., но менее интенсивно, чем в это время 1976/77.

Таким образом, интенсивность эоловых процессов на склонах разной экспозиции неодинаковая, что определяется различными условиями их развития. Например, интенсивность накопления материала на южном склоне выше, чем на западном и северном, поскольку южный склон сочленяется с фрагментом поверхности выравнивания, которая в настоящее время под действием современных экзогенных процессов разрушается и отсюда мелкозем ветром перенос-

сится на склон. Разницу в интенсивности накопления материала на поверхности выравнивания и в днище пади можно объяснить тем, что в днище пади часто аккумулируется материал, сносимый ветром со склонов и вершин.

Наблюдения за эоловыми процессами велись не только у поверхности земли, но и на разной высоте (1,5; 1,0; 0,5 и 0,3 м). Необходимо отметить, что перенос мелкоземистого материала на указанной высоте происходил неодинаково. Так, максимальное количество материала переносится у поверхности земли, а минимальное на высоте 1,5 и 1,0 м. Напротив, на высоте 0,5 и 0,3 м мелкозем переносится больше, чем на высоте 1,5 и 1,0 м, но меньше, чем у поверхности земли. В днище пади и на поверхности выравнивания перенос рыхлого материала на указанных высотах происходил с разной интенсивностью. Активность процесса в днище пади по сравнению с поверхностью выравнивания была выше почти в два раза.

#### ***Развитие эоловых процессов на пастбище и пашне***

Как показали исследования пастбища и пашня по активности эоловых процессов отличаются от заповедной территории (рис. 3). Эти различия наблюдаются как по сезонам, так и в разные годы. Максимального развития на пастбище эоловые процессы достигали в летние месяцы 1977 г. и их показатель составлял 85 г/м<sup>2</sup>. Минимум приходился на июнь – август 1980 г., величина аккумуляции равнялась 16 г/м<sup>2</sup>. Надо указать, что летние периоды 1978 и 1979 гг. по интенсивности развития ветровой эрозии различались мало. Как уже отмечалось, изменение активности эоловых процессов происходит в связи со сменой погодных условий. Ход ветровой эрозии на пастбище очень сильно зависит от выпаса скота и его перегонов. Уменьшение выпаса вызывает понижение активности процесса.

Весенние месяцы в отличие от летних не всегда характеризуются повышенной ветровой эрозией. Ее максимум был приурочен к весне 1979 г., а минимум к этому периоду 1980 г. и показатели накопления материала соответственно равнялись 19 и 7 г/м<sup>2</sup>. Интенсивность процесса в весенний сезон 1978 г. была

выше по сравнению с апрелем – маем 1980 г., но ниже чем в это время 1979 г.

Необходимо заметить, что действие ветровой эрозии в весенние сезоны в большой степени зависит от выпаса скота и его перегонов с одного пастбища на другое, в результате последних разрыхленные верхние горизонты почвы легко развеваются ветром. Часть рыхлого материала уносится с пастбища и отлагается на других формах рельефа.

Активность эоловых процессов осенью обычно ниже по сравнению 1978 г. их максимум был приурочен к июню. Величина аккумуляции была в 44 раза больше, чем на заповедной территории. Однако, в летний период 1979 г. максимум эоловых процессов приходился на июль и его показатель составил 1300 г/м<sup>2</sup>.

Минимальное развитие ветровой эрозии наблюдалось в августе 1978 г. Несмотря на то, что почвы на пашне были сухими (на глубине 0–5 см — 7,4 %), указанный процесс происходил слабо. Это объясняется тем, что развитие ветровой эрозии сдерживалось активным ростом культурной растительности. Очень интенсивно эоловые процессы протекали в летние месяцы 1980 г. Так, величина аккумуляции за два месяца равнялась 786 г/м<sup>2</sup>. Условия для их проявления были благоприятными. Следует подчеркнуть, что развитие эоловых процессов на пашне в значительной степени зависит от особенностей роста той культуры, которая произрастает на ней.

Исследование эоловых процессов в течение 1976–1980 гг. позволило установить некоторые их особенности, выявляющиеся при анализе количества материала, накопленного в пылеуловителях. Так, активность процессов на разных формах рельефа различная, причем не только на склонах разной экспозиции, но в верхних и нижних их частях. Различия в интенсивности эоловых процессов объясняются тем, что формы рельефа различаются не только по морфологическим и морфометрическим особенностям, но и по растительным сообществам, а почвы, развитые на них содержат неодинаковое количество влаги. Несмотря на то, эоловые процессы с условиями рельефа связаны меньше, чем со скоростью ветра и влажностью почвы, при выявлении закономерностей их развития надо непременно учитывать влияние рельефа.



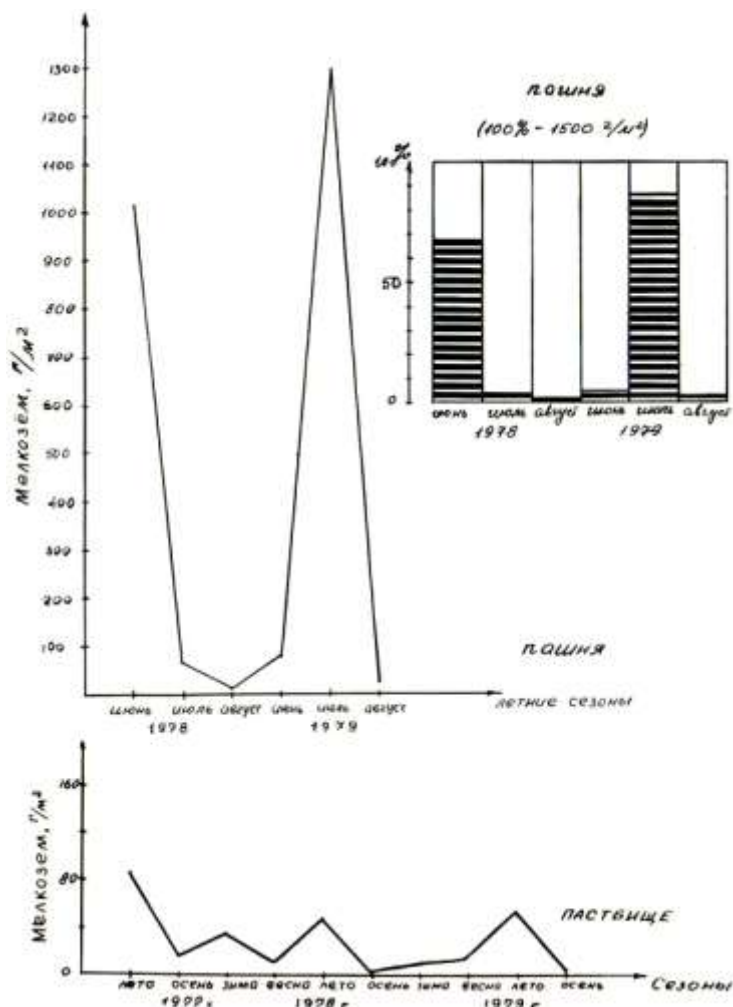


Рис. 3. Ход эоловых процессов на пашне и пастбище

Интенсивность эоловых процессов изменяется по сезонам года. Максимум их приурочен к летним месяцам, а минимум к осенним. В развитии эоловых процессов наблюдается два периода: весенне-летний и осенне-зимний. Активность процессов изменяется не только в течение каждого сезона, но и по годам.

Ход этих процессов подчинен гидрометеорологическому режиму, смена которого вызывает изменение их интенсивности. Например, эоловые процессы в степях Забайкалья максимального развития достигают в бездождный летний сезон, когда почвы содержат мало влаги и дуют ветры повышенной скорости. Спад в развитии этих процессов наблю-

дается во время выпадения ливневых осадков.

В настоящее время эоловые процессы значительно активизировались в связи с увеличением хозяйственных мероприятий (перегоны скота, беспорядочное заложение дорог, бессистемная распашка территории, строительство ферм и жилых построек), которые нарушают дерновый покров и тем самым интенсифицируют их деятельность.

**Влияние антропогенного фактора на развитие современных экзогенных процессов**

В настоящее время хозяйственной деятельности человека также как гео-

морфологический и климатический факторы определяет потенциальную возможность развития современных экзогенных процессов. По мнению В.В. Никольской [6], хозяйственная деятельность человека, как известно, вносит изменения в естественными природные процессы двумя основными тесно связанными между собой путями: рациональным преобразованием природных явлений и стихийным нарушением этих явлений при освоении природных ресурсов.

Это относится и к степям Забайкалья, где антропогенная нагрузка все больше и больше воздействует на экзогенные процессы. Поскольку эти процессы являются весьма динамичными, то требует всестороннего их изучения и учета при видах деятельности человека. Для этого необходимо разрабатывать методы, которые бы позволили производить не только качественную, но количественную оценку антропогенной составляющей. Поэтому при прогнозировании склоновых процессов необходимо вместе с природными условиями изучать

влияние антропогенного фактора на развитие.

Среди современных экзогенных процессов водная эрозия и эоловый процесс наиболее активно участвует в рельефообразовании степного Забайкалья. Их проявлению здесь благоприятствуют климатические условия. Так, атмосферные осадки большей частью выпадают в виде ливней и их максимум приходится на лето, в течение которого они распределяются неравномерно. Атмосферные осадки определяют активность водной эрозии, причем неодинаковый режим их выпадения совпадает различную опасность проявления и развития эрозии. Повышенная интенсивность дождей обуславливает энергичную эрозию. Характерна высокая испаряемость и ветры большой скорости, повторяемость которых особенно значительна в весенне-летний период.

Развиты почвы супесчано-суглинистого состава, которые сформированы на рыхлых четвертичных отложениях. По берегам озерных котловин имеются песчаные отложения. Они легко размываются и развеваются (рис. 4).



*Рис. 4. Развеваемые и размываемые озерные отложения (терраса оз. Зун-Торей)*

На склонах преобладает пижмовая и разнотравно-тырсовая степь, а на вершинах и денудационных останцах тип-

чаково-хамеродосовые сообщества. Растительность влияет как на развитие водной эрозии, так и на эоловый процесс.



Однако ее влияние оказывается неодинаково в зависимости от того, в каком состоянии она находится в момент водной или ветровой эрозии.

Строительство хозяйственных объектов, беспорядочное движение транспорта, распашка целинных земель, интенсификация животноводства в степном Забайкалье все это создает благоприят-

ные условия для возникновения малых эрозионных форм рельефа: струйчатые размыты и промоины (рис. 5). Водная эрозия в степном Забайкалье действует в двух направлениях, во-первых, это поверхностный смыв, а, во-вторых, струйчатый размыв, часто происходящие одновременно.



*Рис. 5. Промоина в русле временного водотока (днище пади на ключевом участке)*

Наблюдения показали, что на склонах и в днищах падей, где нарушен почвенно-растительный покров, после первого ливня образуются микроразмыты овальной и овально-линейной формы. Их размеры определяются эрозионной силой дождя и степенью нарушения дернины. Так, во время ливня зарегистрированного 29 июня 1976 г., на склонах возникли струйчатые размыты глубиной 5–15 см. Некоторые из них достигали длины 35 см. Показатель эрозионной опасности этого ливня составил 2,03ед. (относительно высокий). Размыты могут быстро увеличиваться, если между ливнями сравнительно небольшой разрыв. В случае отсутствия атмосферных осад-

ков эрозионные формы прирастают под влиянием дефляции, рыхлый материал выдувается из трещин секущих их борта. Во влажные годы промоины зарастают и читаются в рельефе по красивоцветущему разнотравью (рис. 6).

Микроразмыты при благоприятных условиях увеличиваются в размерах переходя в следующий класс — водороины и промоины. Особенно часто это явление отмечается на проезжих дорогах по колеям. Эти формы рельефа имеют обрывистые борта глубиной 10–30 см, шириной 0,5–0,7 м. На отдельных участках дорог водороины соединяются друг с другом и прослеживаются на расстоянии 1–3 км и более. Во время лив-

ней водороины быстро растут, в них формируются конусы выноса из мелкозема, дресвы и щебня. Активность дорожной эрозии в 1974–1980 гг. по сравнению с предыдущими годами возросла в 1,5–2 раза. После снятия заповедного режима с ключевого участка по дороге в днище пади линейный размыв заметно активизировался. Водороины превратились в крупные промоины глубиной до

1,5 м. Но засушливый период конца тысячелетия способствовал консервации промоин. В днище пади русла временных водотоков оконтуриваются валиками из ветоши, мусора, высотой в среднем 2–5 см и более. По ним можно определить максимальную ширину временных водотоков, формирующихся во время выпадения ливней. Иногда можно видеть целую серию таких валиков.



*Рис. 6. Заросшая промоина в русле временного водотока*

Особенно активно эрозионные процессы протекают на пастбищах, где растительность стравливается и вытаптывается в результате интенсивного выпаса скота. Защитная роль сухостепной растительности в условиях интенсивного выпаса и распашки почв сводится к минимуму. На пастбищах во время дождей происходит смыв мелкозема, а в бездождные дни его интенсивное развевание. В том и другом случае образуются свежие микроформы рельефа и растут существующие. Причем, наблюдается тесная связь между скоростью роста микроформ, интенсивностью выпаса скота и количеством дней с дождями.

Изучение эолового процесса на пастбище проводилось с помощью пылеуловителей, была выбрана площадка на плакорной поверхности под типчаковой степью с интенсивностью нагрузки 5 голов/м<sup>2</sup>. По интенсивности накопления мелкозема в пылеуловителях можно судить об активности эолового процесса. В сезонной динамике процесса четко выделяются два периода весенне-летний и осенне-зимний. Максимального развития эоловые процессы достигают в июне. Сравнительно высокая температура воздуха в июне сочетается с очень небольшим количеством осадков. В результате происходит заметное иссушение верхних горизонтов почвы, а на

глубине 10 см влажность достигает величины завядания. Почва слабо прикрыта ветошью и легко развеивается.

В многолетней динамике летние сезоны по интенсивности дефляции заметно различались. Так, летом 1977, 1978 и 1979 гг. количество накопленного золотого материала соответственно составило 85, 48 и 51 г/м<sup>2</sup>. Весной 1978 и 1979 гг. величины аккумуляции на пастбище соответственно равнялись 14 и 19 г/м<sup>2</sup>. Продуктивность зеленых частей во всех типах пастбищ в мае не превышает 1–2 ц/га, преобладает поедаемая животными ветошь растений, запасы которой составляют 6–9 ц/га [2]. Ветошь предохраняет почву от интенсивной дефляции.

Осенью золотые процессы протекают слабее. Так, в осенние месяцы 1977, 1978 и 1979 гг. показатели аккумуляции соответственно достигали 19,5 и 4 г/м<sup>2</sup>.

В раннеосенний сезон продуктивность пастбищ высокая, составляет 6–14 га, снова постепенно возрастает количество ветоши. К концу осени зелень сохраняется только у видов, зимующих с зелеными побегами. Продуктивность степных фитоценозов незначительная 3–5 ц/га, примерно такую же массу по весу образует ветошь растений.

Различия в интенсивности экзогенного рельефообразования объясняется неодинаковыми гидрометеорологическими условиями. В Забайкалье установлена приуроченность экстремальных золотых событий к максимумам циклов солнечной активности [1]. Начало века (2000–2005 гг.) в Онон-Аргунской степи характеризуется как экстремально аридный период. В результате засохли деревья в лесопосадках (рис. 7). Максимальное развитие получили золотые процессы.



*Рис. 7. Погибшие тополя в засушливый период 2000–2005 гг.*

Следует отметить, что вторая половина 80-х годов прошлого столетия отличалась высоким уровнем животноводства. Под влиянием пастбищного режима изменялась экология, структура и

продуктивность степных сообществ, отмечается снижение запасов влаги и повышение температур на поверхности почвы. Усиленный пастбищный режим сопровождается уменьшением примерно



в 2 раза проективного покрытия, укорачивается вертикальный профиль травостоя, разбивается и разносится ветром ветошь и подстилка. Пастбищная дигрессия способствует активизации процессов ветровой эрозии.

Интенсивное развитие водной эрозии и эолового процесса, вызванное хозяйственной деятельностью человека, существенно повлияло на ход перемещения рыхлого обломочного материала. Многолетние наблюдения (1964–1979 гг.) за перемещением материала по склонам позволяют сделать вывод о том, что оно происходит неравномерно, аккумуляция сменяется сносом и места наблюдаемой аккумуляции меняется по своему положению также как снос. Эта неравномерность выражается в ритмичном усилении или ослаблении сноса и накопления.

На склонах южной, северной и западной экспозиции количество выявленных ритмов совпадает, хотя наблюдаются некоторые различия в направленности перемещения обломочного материала. Это объясняется тем, что склоны различаются по морфологии, экспозиции, а также по почвам и растительным ассоциациям.

При анализе многолетнего хода перемещения обломочного материала по годам (за период 1965–1979 гг.) выявлены трехлетние ритмы, во время которых как снос материала, так и аккумуляция проявлялись с разной активностью, причем на склонах разной экспозиции неодинаково. Так, в 1965 г. снос материала был максимальным, а в 1969 г. минимальным (за исключением склона северной экспозиции. Это объясняется тем, что 1965 и 1969 гг. различаются по числу ливней и их эрозионной опасности, хотя тот и другой относятся к умеренно влажным годам. Показатель эрозионной опасности ливней в летние периоды 1965 и 1969 гг. соответственно составлял 14,2 и 11,9. Безусловно это повлияло на интенсивность сноса материала.

Наибольшее количество материала на склонах накопилось в 1975 г., а наименьшее в 1966 г. Основная причина состоит в том, что эти годы различаются как по увлажнению, так и по показателям эрозионной опасности ливневых осадков. Например, в 1966 г. показатель эрозионной опасности ливней был 8,7, а в 1975 г. он составлял 10,9. Ясно, что от эрозионной опасности ливней зависит активность перемещения рыхлого материала (т. е., снос и аккумуляция). Важно отметить, что антропогенный фактор усиливает эрозионную опасность ливневых дождей, поскольку с ним связано нарушение почвенно-растительного покрова.

Трехлетние ритмы четко прослеживаются на фоне более продолжительного ритма. Вероятно один его период охватывал 11-летний отрезок времени (1965–1975). Процесс направлен в сторону аккумуляции, которая до 1975 г. происходила по восходящей линии. По всей видимости, в 1976 г., когда произошла смена аккумуляции материала сносом, начался следующий период этого же ритма. В настоящее время в развитии многих процессов и явлений прослеживается наличие 23-летнего ритма.

Характер наблюдаемой ритмичности перемещения материала по склонам в основном определяется гидрометеорологическими условиями. Установлено, что в умеренно-влажные годы (1965, 1969, 1976 и 1978) чаще происходил снос материала, который зависит не только от режима выпадения атмосферных осадков, а также от влажности верхних горизонтов почвы и характера растительности в момент процесса. Влажные годы (1966, 1968, 1970, 1975, 1977 и 1979) характеризуются как сносом, так и аккумуляцией, которые часто происходят одновременно. Прямая связь между перемещением рыхлого материала и гидрометеорологическим режимом не всегда устанавливается. Это зависит от многих причин в том числе и от ан-

тропогенной нагрузки в тот или иной период времени.

Существенные изменения в ходе сноса и аккумуляции произошли при интенсификации хозяйственной деятельности человека. Это относится к 1974 г., когда вблизи заповедного участка, где велись наблюдения, постоянной двигались автомашины, проводились линии связи и производилась распашка целинных земель. Согласно С.С. Воскресенскому и др. [7] вмешательство человека происходит в динамически почти уравновешенную систему и резко, «молниеносно» нарушает и равновесие, и тенденцию в развитии рельефа. В данном случае нарушился ход природной ритмичности перемещения обломочного материала, изменилась направленность и интенсивность указанного процесса.

Так, аккумуляция началась в 1972 г., причем на склоне западной экспозиции она постепенно уменьшилась к 1973 г., а в это время на склонах южной и северной отмечался ее минимум. С 1974 г. на склоне северной экспозиции наблюдалось увеличение аккумуляции, тогда как на склоне западной она не изменилась и кривая процесса проходит параллельно оси абсцисс. Уже в 1975 г. нарушение, вызванное деятельностью человека, восстанавливается и кривые вкладываются одна в другую.

В 1976 г. на склонах наблюдался снос, который особенно интенсивен на склоне южной экспозиции. Этот снос на склонах еще более возрос в 1977 г., что можно объяснить повышенной аккумуляцией в предыдущие годы, вызванной увеличением антропогенной нагрузки и возрастанием количества рыхлого материала на склонах.

Важно указать, за период с 1972 по 1975 гг. на склоне западной экспозиции накопилось избыточное количество материала по сравнению с тем, которое должно было бы аккумулироваться при спонтанной ритмике. В таких условиях следовало ожидать усиления сноса в по-

следующие годы. В действительности это и произошло. Снос, начавшийся в 1976 г. продолжался и в 1979 г. Интересно указать, что на склоне западной экспозиции в 1978 г. он был очень интенсивным и его величина составляла 15,4 м<sup>3</sup>/га. За период 1964–1979 гг. это самый высокий показатель сноса.

Летом 1979 г. снос материала прекратился и началась аккумуляция. Это можно объяснить таким образом, во-первых, летний сезон указанного года был влажным, поскольку выпала годовая норма атмосферных осадков (300 мм) и показатель эрозионной опасности ливней составлял 9. Во-вторых, влияние антропогенного фактора усилилось. Величины аккумуляции были такими же высокими, как в это время 1975 г. Особенно активно процесс протекал на склоне западной экспозиции, где накопилось 21,4 м<sup>3</sup>/га. Но эта аккумуляция была непродолжительной, поскольку в целом за 1979 г. снос материала преобладал и он еще продолжался летом 1980 г.

Анализ показателей, характеризующих снос и аккумуляцию, позволяет сделать вывод, что хозяйственная деятельность человека может увеличивать активность перемещения материала на склонах на один порядок и более, она нарушает естественный ход перемещения рыхлого материала на склонах, ритмичность, связанную с гидрометеорологическими условиями, что затрудняет возможность прогноза эрозионных процессов. Поэтому назрела необходимость детального изучения и прогнозирования тех изменений, которые связаны с антропогенным влиянием.

С целью уменьшения степени вредного воздействия на природную среду в степях Забайкалья необходимы следующие мероприятия: строгое регулирование выпаса скота на научной основе, создания в районах сосредоточения большого количества скота улучшенных дорог, запретить перегоны скота и проезд автотранспорта без дорог, распашку



земель производить с учетом особенностей рельефа.

#### Литература

1. Баженова О.И. Современная денудация в островных степях Сибири.– Автореферат диссертации на соиск. уч. степени доктора геогр. наук. Томск, 2011.– 42 с.
  2. Воскресенский С.С., Сокольский А.Н., Белая Н.И. Антропогенное преобразование долин на Дальнем Востоке и Северо-Востоке СССР // Климат, рельеф и деятельность человека. Часть II, 1978.– С. 95–97.
  3. Горшкова А.А. Пастбища Забайкалья.– Иркутск: Восточно-Сибирское книжное изд-во, 1973.– 160 с.
  4. Демшин Я.Я. Климатические критерии развития дефляции в условиях Восточного Забайкалья // Зап. Забайк. фил. ГО СССР.– Чита, 1972.– Вып. 76.– С. 15–17.
  5. Дружинина Н.П. Структура и фитомасса степных сообществ // Изучение степных геосистем во времени.– Новосибирск, 1976.– С. 75–129.
  6. Никольская В.В. Основные закономерности естественного искусственного развития денудации и аккумуляции // Климат, рельеф и деятельность человека.– Казань, 1978.– Ч. 2.– С. 97–98.
  7. Якубов Т.Ф. Некоторые закономерности развития процессов ветровой эрозии почв // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1962.– № 2.– С. 26–36.
-