

ISSN 0206-1619

ГЕОГРАФИЯ И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ



3

1996

ГЕОГРАФИЯ И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

3

ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1980 г.
ВЫХОД 4 РАЗА В ГОД

ИЮЛЬ 1996 СЕНТЯБРЬ

Главный редактор
доктор географических наук
В.А. СНЫТКО

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Канд. геогр. наук *А.Н. Антипов*, канд. геогр. наук *О.И. Баженова* (ответственный секретарь), канд. геогр. наук *А.В. Белов*, акад. АН Азербайджана *Б.А. Будагов*, канд. геогр. наук *В.В. Бухал* (заместитель главного редактора), акад. *В.В. Воробьев*, акад. *И.П. Дружинин*, д-р геогр. наук *Б.М. Ишмуратов* (заместитель главного редактора), д-р геогр. наук *Л.М. Корытный*, д-р геогр. наук *А.А. Крауклис*, акад. *Н.А. Логачев*, д-р биол. наук *Л.И. Малышев*, канд. техн. наук *В.Я. Мангазеев*, чл-кор. АН Украины *А.М. Маринич*, д-р геогр. наук *В.С. Михеев*, д-р геогр. наук *А.В. Поздняков*, д-р геогр. наук *В.С. Ревякин*, канд. геогр. наук *А.В. Резникова*, канд. геогр. наук *Т.Г. Рунова*, д-р геогр. наук *А.К. Тулохонов*

Адрес редакции: 664033 Иркутск, а/я 4027,
Институт географии СО РАН, тел. 46-24-22.

СОДЕРЖАНИЕ

Андерсон В.Н. Геоинформационное моделирование: к новой методологической парадигме в географии	5
Столбовой В.С., Савин И.Ю., Овечкин С.В., Сизов В.В. Почвенно-экологическое зонирование как стратегия экологически рационального использования земель	15
Махоткина Е.Л. Изменения мутности атмосферы во время лесных пожаров	19
Земцов А.А., Земцов В.А. Антропогенизация степей на юге Западно-Сибирской равнины	
<i>Охрана окружающей среды</i>	
Бессолицына Е.П., Зайченко О.А. Оценка состояния биотических компонентов ландшафта в зоне влияния Саянского алюминиевого завода	38
Фуряев В.В., Злобина Л.П. Нарушенность пожарами лесов Нижнего Приангарья	47
Елпатьевская В.П. Роль горно-добывающего производства в трансформации окружающей среды (юг Дальнего Востока)	53
Хрусталева М.А. Экология и прогноз развития современных ландшафтов центра Русской равнины	63

4. Григорьев А.А., Липатов В.Б. Дымовые загрязнения атмосферы по наблюдениям из космоса. — Л.: Гидрометеоздат, 1978.
5. Калитин Н.Н. Прозрачность земной атмосферы по наблюдениям в Слуцке // Геофиз. сб. - 1925. — Т. 4, вып. 3.
6. Калитин Н.Н. Актинометрия. — Л.: Гидрометеоздат, 1938.
7. Борисов П.П. Результаты измерений лучистой энергии Солнца в Петровско-Разумовско (под Москвой) // Тр. Метеорол. обсерватории им. В.А. Михельсона. — 1928. — Вып. 1.
8. Махоткин Л.Г. Прямая радиация и прозрачность атмосферы // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. — 1957. — № 5.
9. Махоткин Л.Г. Число N — мера интегральной мутности атмосферы // Вопросы актинметрии и атмосферной оптики. — Л.: Гидрометеоздат, 1989.
10. Махоткина Е.Л. Мутность атмосферы над ЕТС летом 1972 г. // Тр. ГГО. — 1976. — Вып. 357.
11. Кац А.Л. Необычное лето 1972 года. — Л.: Гидрометеоздат, 1973.
12. Kaminski H. Wald und Moororände auf Satellitenoidlern // Naturwissenschaften. — 1972. — Bd 59, № 10.
13. Абакумова Г.М., Гараджа М.П., Евневич Т.В. и др. Влияние дымной мглы на приход солнечной радиации и естественную освещенность // Метеорол. и гидрол. — 1986. — № 1.
14. Столярчук Л.В. Прогноз и оценка грозовой пожарной опасности в лесу: Методически рекомендации. — Л.: Изд-во ЛенНИИК, 1982.
15. Сверлова Л.И., Костырина Т.В. Засуха и лесные пожары на Дальнем Востоке. — Хабаровск: Хабар. кн. изд-во, 1985.
16. Рабченко Л.С., Ткаченко М.П. Об использовании актинометрической информации для характеристики чистоты атмосферы // Тр. Укр. НИГМИ. — 1988. — Вып. 227.
17. Gray W.M., Frank W.M., Corrin M.Z., Stokes C.A. Weather modification by carbon dust absorption of solar energy // Atmospheric Science Paper. — 1974. — № 225.
18. Wexler H. The great smoke pall, september 24—30 1950 // Weatherwise. — 1950. — Vol. 3 № 6.
19. Climatological data. National summary. — 1950. — Vol. 1, № 8.
20. Dietze G. Die anomale Trübung der Atmosphäre // Zeitschrift für Meteorologie. — 1951. — Bd 5, № 3.
21. Wörner H. Abergewöhnliche Trübung der Atmosphäre am 3 und 4 August 1962 // Zeitschrift für Meteorologie. — 1962. — Bd 16, № 9/10.
22. Ромм М.Х., Деспейн Д.Д. Пожары в Йеллоустонском парке // В мире науки. — 1990. — № 1.
23. Segal M., Wearn J., Purdon J.E.W. Some effects on the Yellowstone fire smoke plume on Northeast Colorado at the end of summer 1988 // Monthly weather review. — 1989. — Vol. 117 № 10.
24. Smith C.D. The widespread smoke layer from Canadian forest fire during late september 1950 // Monthly weather review. — 1950. — Vol. 78, № 9.
25. Солнечная радиация и радиационный баланс (мировая сеть). Август 1988. — Л.: Изд-во ГГО, 1988.

*Главная геофизическая обсерватория,
Санкт-Петербург*

*Поступила в редакцию
25 июля 1995 г.*

УДК 913 (551.3)

А.А. ЗЕМЦОВ, В.А. ЗЕМЦОВ

АНТРОПОГЕНИЗАЦИЯ СТЕПЕЙ НА ЮГЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Степи юга Западно-Сибирской равнины являются крупнейшей житницей нашей страны. Пашни здесь занимают более 10 млн га. Многолетнее использование ресурсов степей не могло не сказаться на преобразовании их естественных ландшафтов, в частности современного рельефа. Серьезные изменения возникают в первую очередь при нарушении хозяйственной деятельностью человека хода экзогенных процессов или недоучета главных особенностей их развития. Прямые или косвенные преобразования человеком земной поверхности можно назвать антропогенизацией [1].

Развитие экзогенных процессов, а в степях это в основном эрозия и дефляция почв, определяется наличием необходимых условий, которые

© 1996 Земцов А.А., Земцов В.А.

делятся на природные (физико-географические) и социально-экономические. Хозяйственная деятельность осуществляется в конкретной природной среде и, взаимодействуя с ней, нередко приводит к деградации естественных экосистем и резкому ухудшению условий жизнедеятельности человека. Оптимизация природопользования в степных районах связана в настоящее время с преодолением уже существующих отрицательных последствий антропогенного вмешательства, однако многие из возможных в будущем негативные процессы еще можно предотвратить.

Рельеф зоны степей юга Западной Сибири равнинный. Здесь выделяются аллювиальные равнины (Павлодарская, Кулундинская, Барабинская и др.), слабоувалистая Прииртышская равнина, предгорное Приобское плато, а также современные речные долины и ложбины древнего стока [2]. Для аккумулятивных равнин характерна сравнительно слабая горизонтальная и вертикальная расчлененность. Глубина расчленения обычно составляет 5—10 м, и только на площади распространения грив она увеличивается на 3—4 м. Густота же расчленения рельефа не превышает $0,1 \text{ км/км}^2$ и лишь в долинах современных рек и ложбинах древнего стока возрастает до $0,2—0,4$, редко — до $0,8 \text{ км/км}^2$. Уклоны поверхности равнин обычно не более $0,5^\circ$, за исключением долин рек и ложбин, где углы наклона колеблются от 1 до 3° . Заметно отличаются по морфометрическим показателям предгорные равнины, где густота расчленения изменяется от $0,4$ до $0,5 \text{ км/км}^2$, достигая у Салаира и Алтая $0,8—1,2 \text{ км/км}^2$. Средние же углы наклона составляют $3—5^\circ$, возрастая к востоку до 9° и более [2].

Абсолютные отметки равнин колеблются преимущественно в пределах $100—200$ м. Местами широко распространены гривные формы рельефа, озерные котловины и блюдцеобразные западины. На каждой равнине имеются особые мезоформы рельефа. Например, для Барабинской равнины характерны гривы всех модификаций, для Кулундинской — плоское понижение в центральной части с крупными остаточными озерами. И.П. Герасимов [3] называет это понижение Центральной Кулундинской депрессией и сравнивает ее форму с плоской чашей с постепенно поднимающимися краями. В эту депрессию открываются Верхне- и Нижнекулундинская ложбины стока. Касмалинская же ложбина, сливаясь с Барнаульской, образует обширный остров песков — Михайловского, Гатского и других сосновых боров. В последних хорошо сохранились золотые дюнные формы рельефа и котловины выдувания. На востоке Кулундинской степи расположено Приобское плато — возвышенная равнина с чередующимися увалами, где абсолютные высоты достигают $220—350$ м. Плато расчленено ложбинами стока СВ-ЮЗ ориентации, занятыми небольшими речками и цепочками горько-соленых озер. Уступ плато отделяет его от Кулундинской депрессии, на дне которой развиты массивы дюн с неровной холмистой поверхностью. Этот уступ обрывается к долине Оби и разрушается рекою местами со скоростью до 70 м в год [4], доставляя песок в долину, где развиты три надпойменные боровые террасы, также сложенные песками. Последние интенсивно развеиваются ветром, образуя дюны, осложненные с поверхности котловинами выдувания глубиной до $7—11$ м [5].

Геологическое строение степных равнин различно, но значительно преобладают пески, лессовидные пылеватые суглинки, реже лессы. Так, Кулундинская равнина с поверхности сложена $50—60$ -метровым слоем разнозернистых песков, залегающих на глинах неогена. Пески буровато-желтого цвета, чаще среднезернистые. Их генезис золотый, возраст мощной толщи песков и супесей позднеплейстоценовый. Породы рыхлые микропористые со столбчатой отдельностью [3, 6—8]. Ишимская пластовая равнина сложена неогеновыми породами, перекрытыми аллювием и лессовидными отложениями различной мощности. Последние сосредоточены в современных долинах и крупных замкнутых котловинах [8]. Условия их отложения были довольно однообразными для этого района, что обусловлено, по-видимому, деятельностью ветра [7]. Субаэральные отложения грив и плоских равнин

Средние многолетние значения климатического показателя дефляции

Станция	Среднегодовая скорость ветра, м/с	Годовая сумма осадков, мм	Среднегодовая температура воздуха, °С	Показатель дефляции
Кустанай	5,0	373	1,6	12,1
Атбасар	5,6	386	0,9	14,0
Целиноград	5,3	411	1,4	11,5
Омск	4,6	430	0,0	5,3
Павлодар	5,4	352	1,9	18,0
Славгород	4,8	337	0,9	11,6
Рубцовск	5,0	452	1,6	8,2
Барнаул	3,6	613	1,1	1,5

пористые, карбонатные, образуют вертикальную стенку и относятся к лесовидным суглинкам. Количество тонкопылеватых частиц в суглинках обычно не достигает 30 %; в них значительное содержание устойчивых к химическому выветриванию минералов в легкой и тяжелой фракциях, высокая карбонатность и скудное содержание органических веществ [8]. Все это позволяет считать климат времени их образования близким к аридному.

Современный климат степей юга Западно-Сибирской равнины резко континентальный. Это зона минимальной влажности и периодических засух, называемая зоной рискованного земледелия. Испаряемость примерно вдвое больше нормы годовых осадков. Сильные засухи повторяются через 10—11 лет, охватывают огромные территории и имеют характер стихийного бедствия. Особенно засушлив климат в Кулундинской степи, где бывают «...жаркое сухое лето, малоснежные морозные зимы и постоянные юго-западные ветры, сдувающие тонкий снеговой покров зимой или вздымающие тучи рыжей пыли в весенне-летний период» [9, с. 35]. Ветры в степях повторяются часто и сопровождаются пыльными (черными) бурями, число которых в засушливые годы возрастает в 2 раза. Характерны суровые.

Особенности климата определяют потенциальную опасность развития ветровой эрозии. Средний за многолетний период климатический показатель дефляции можно вычислить по формуле [10]:

$$C = 100 \cdot [V^3 / (H / (T + 10))]^2,$$

где V — среднегодовая скорость ветра, м/с; H — годовая сумма осадков, мм; T — среднегодовая температура воздуха. По данным выпусков справочника по климату СССР рассчитаны средние многолетние значения климатического показателя дефляции C для некоторых метеостанций, расположенных на юге равнины (см. таблицу). Значения дефляционного показателя достигают в степях 12—18.

В связи с избытком тепла и недостатком влаги в степной зоне пересекающие ее реки почти не принимают притоков. Многие реки заканчивают свой путь в бессточных озерах или теряются в степи, пересыхают летом и перемерзают зимой. На малых водотоках основной и практически единственной фазой водного режима является весеннее половодье. Его объем достигает 90—100 % общего годового стока и характеризует ежегодно возобновляемые местные ресурсы поверхностных вод. Многолетняя и сезонная изменчивость стока — характерная черта рек степной зоны. На значительной территории рек вообще нет. Площадь с внутренним замкнутым стоком составляет здесь 444 тыс. км² [11]. Развитие сельского хозяйства связано с орошением водами Оби и Иртыша. Однако на фоне недостаточного увлажнения за год и летний сезон нередко, а на севере степи ежегодно, наблюдается избыток влаги весной за счет снеготаяния, что создает резервы местных водных ресурсов, которые используются весьма слабо (пруды, копани) либо вообще теряются. В степях, например в Омской области, значительная часть талых вод весной скапливается в замкнутых понижениях на сельскохозяйственных полях, надолго задерживая начало полевых работ. В многоводные весны (1986, 1987 гг.) талые воды образуют большие потоки, медленно движущиеся с водораздельных пространств и

затапливающие сельскохозяйственные угодья и населенные пункты [12]. Перечисленные обстоятельства вызывают необходимость в надежных расчетах и прогнозах стока, накопления талых вод, водной эрозии, особенно в экстремально многоводные и маловодные годы. Имеет смысл и более широкое использование ресурсов местного стока для хозяйственных нужд.

В зоне степей очень много озер. Только в Кулундинской степи их 1400 при общей площади 2000 км². Гидрологический режим бессточных степных озер крайне изменчив. Многие из них засолены, имеют различную минерализацию и довольно пестрый химический состав воды. Уровни этих озер, особенно оз. Чаны, значительно колеблются как по сезонам, так и по годам, а также в вековом и внутривековом периодах. С XVIII в. происходит постепенное, но устойчивое усыхание озер юга Западной Сибири, на что одним из первых обратил внимание Н.М. Ядринцев [13]. Это свидетельствует о значительном понижении общей увлажненности Барабинской и Кулундинской степей [14]. А.В. Шнитников сопоставил уровенный режим оз. Чаны с количеством засух в Барнауле и пришел к выводу, что «...уровенный режим озера находится в тесной зависимости от режима атмосферных засух и что острота процесса усыхания Барабы и Кулунды со временем возрастает» [14, с. 120]. С XVIII в. усиливается аридизация климата, которая продолжается и в настоящее время. Площадь оз. Чаны за последние 100 лет уменьшилась почти в 2 раза [15].

В западно-сибирских степях развиты преимущественно южные черноземы и темно-каштановые почвы. Первые преобладают в Ишимской степи, занимая от 41 до 93 % общей площади. Западнее р. Иртыша расположены в основном обыкновенные черноземы, а в юго-восточной части Кулундинской степи — черноземы разного механического состава. На остальной площади распространены легкосуглинистые и суглинистые маломощные темно-каштановые почвы. Супесчаные и песчаные почвы этого типа занимают склоны ложбин стока, а в самих ложбинах отмечаются песчаные оподзоленные боровые почвы. Речные долины с комплексом надпойменных террас, днища озерных котловин и их склоны заняты гидроморфными почвами (солонцы, солончаки, солоды). Они редко залегают сплошными однородными массивами, а входят в состав сложных комплексов с другими засоленными почвами, концентрируясь вокруг озер.

Естественные степи, существовавшие до освоения человеком, подразделяются на ковыльно-разнотравные черноземные на севере и ковыльно-типчачковые каштановые на юге. На севере преобладают однообразные ковыльные степи, южные включают больше степных видов, здесь преобладают ксерофильные дерновинные злаки; степень задернованности значительно падает, образуются пятна голый почвы. Среди степей в западинах и котловинах по берегам озер распространены типичные солонцовые растения. Вокруг соленых озер преобладают солончаки с галофитной растительностью. В ложбинах древнего стока сохранились ленточные сосновые боры, а вокруг озер и в западинах — березово-осиновые колки.

Из изложенного видно, что природные условия степей Западной Сибири способствуют развитию экзогенных процессов, особенно эрозионных и дефляционных. Прежде всего благоприятны рельеф и слагающие его отложения, которые образуют литогенную основу ландшафта. Рельеф в значительной степени определяет пространственное взаиморасположение других компонентов ландшафта и интенсивность современных экзогенных процессов. Плоская, местами почти идеальная равнина — «безбрежный степной океан» — сложена преимущественно рыхлыми лессовидными суглинками, супесями и песками. На этой основе развиты черноземные и каштановые почвы легкого механического состава, где нет древесной, а кое-где и травянистой растительности. Климат сухой и жаркий, часто повторяются сильные ветры. Все это, вместе взятое, благоприятствует интенсивному развитию дефляционных процессов.

В настоящее время ландшафты степей значительно преобразованы хозяйственной деятельностью. Иными словами, наряду с природными факторами важное значение приобретают социально-экономические. В историчес-

ком плане масштабы и темпы антропогенизации степей значительно возросли в последние столетия и особенно десятилетия.

В южных степях человек стал заниматься производительной деятельностью с эпохи бронзы. Первостепенное значение приобретает скотоводство. Антропогенная нагрузка на степные ландшафты резко возрастает в ксеротермические фазы, когда заметно усиливается засушливость климата и активизируются дефляционные процессы преимущественно в массивах древнезолотых песков. Уже в то время антропогенный фактор в преобразовании степей встал почти вровень с естественной динамикой степных ландшафтов [16]. Заметные колебания климата и изменения растительного покрова имели место неоднократно в течение голоцена [16, 17]. В.А. Николаев [16] считает, что последняя ксеротермическая фаза голоцена приходится на период от V до XIII вв. н.э. В это время господствовали степные ландшафты при умеренно-теплом засушливом климате. Золотые пески раздувались ветром. Происходило обмеление и осушение озер.

Однако наиболее крупный антропогенный этап в истории освоения степей юга Западной Сибири и Северного Казахстана был во второй половине XIX и в начале XX в. Особое значение имел своеобразный характер капитализма в России, его развитие «вширь» при освоении территории Сибири. Крестьянская земельная реформа 1861 г. намного усилила темпы колонизации Сибири, куда начались массовые переселения крестьян. На рубеже XIX—XX вв. этот процесс стимулировался строительством Сибирской железной дороги. В 1896 г. правительством создается специальное Переселенческое управление, целью которого было изучение колонизационных фондов Сибири, подготовка и отвод земель для нарастающей массы переселенцев. Например, население Акмолинской (Целиноградской) области увеличилось с 258,8 тыс. чел. в 1907 г. до 745 тыс. в 1915. Посевные же площади здесь возросли почти в 10 раз (со 158,7 тыс. до 4,5 млн десятин). К 1914 г. только в одном Омском уезде было 1026 населенных пунктов, в которых насчитывалось 252689 чел. [18]. В целом по Западной Сибири посевные площади возросли с 2,8 до 5,8 млн десятин, поголовье крупного рогатого скота увеличилось с 2,4 до 3,6 млн, овец — с 2,9 до 3,1 млн гол. [19]. Таким образом, антропогенная нагрузка на естественные степные ландшафты резко возросла. Освоение земель происходило без достаточной технической оснащенности и поэтому было малоэффективным. Не всегда соблюдались агротехнические приемы обработки земель, что приводило к интенсивной эрозии и дефляции почв. Участились пыльные бури и связанные с ними негативные явления. Заметим, что с конца XIX в. по 1927—1930 гг. в результате лесных пожаров, хищнической вырубki и выпаса скота только в Кулунде общая площадь сосновых лесов сократилась на 34 % [11].

Второй существенный этап антропогенизации произошел в конце 20-х и начале 30-х гг. XX в., когда при сплошной коллективизации мелких крестьянских хозяйств создавались крупные колхозы и совхозы. Небольшие по площади крестьянские наделы распахивались в обширные массивы пашни. Увеличивалась ее площадь, уничтожались естественные границы участков, что способствовало негативному ветровому воздействию на значительные по площади распаханые массивы. Этот этап совпал с сильно засушливыми неурожайными годами. В Кулундинской степи, например, подвержено дефляции 5712 тыс. га, или 50 % площади [11].

Третьим крупнейшим этапом антропогенизации степных ландшафтов на юге Западной Сибири и в Северном Казахстане был период 1954—1961 гг., когда стали осваиваться целинные и залежные земли. В СССР за это время поднято 41,5 млн га целины [20], в том числе в Казахстане 25,5, в Западной Сибири — 6,3 млн га. Особенно гигантских размеров достигла распашка земель в Алтайском крае. В Ключевском и Михайловском районах вспахали вокруг сел луга и выгоны, а также сенокосы. Это привело к тому, что без кормов на зиму остался скот. В 1954 г. было развеяно ветром около 100 тыс. га, а на остальных полях урожай колебался от 0,5 до 1,5 ц зерна с гектара. В 1955 г. только в Павлодарской области Казахстана полностью погибло от развеивания более 200 тыс. га посевов [21]. В 1,3 раза по

сравнению с 1952 г. увеличилась в 1960 г. площадь распаханых целинных и залежных земель в Прииртышской степи. В Славгородском районе площадь пашни выросла за 1954—1961 гг. в 1,5 раза. В 1955—1966 гг. в подзоне сухих степей усилилась ветровая эрозия и участились пыльные бури, во время которых весь пахотный слой сносился ветром вместе с посеянными семенами.

К настоящему времени распашано от 45 до 90 % площади степей. Наряду с распашкой земель, увеличением сельскохозяйственных угодий продолжается истребление леса. Пашня местами вплотную подступает к границам лесных колков, многие из которых полностью раскорчеваны. Опахивание колков и кое-где сохранившихся березово-осиновых лесов приводит к нарушению их водного режима, в частности, к интенсивному обсыханию, так как при распашке склонов снижается приток поверхностных вод в понижения местности, к которым на открытых пространствах степной зоны и бывает в основном приурочена естественная лесная растительность. Аккумуляция талых вод в микропонижениях (бороздах) пашни может быть в 6—8 раз выше, чем на целине или стерне [22]. Процесс обсыхания и сведения лесов усугубляется систематическими порубками, выпасом скота и другими негативными воздействиями, в том числе применением ядохимикатов на сельскохозяйственных полях. Нежелательные с экологической точки зрения трансформации водного режима усиливаются на фоне вековых колебаний климата. Высыхают озера, мелеют, засоряются и исчезают малые реки. Распашка земель со снижением поверхностного стока и увеличением расхода воды на испарение, а также орошение нередко приводят к постепенному засолению земель и исключению их из сельскохозяйственного оборота. Например, в степных районах Алтайского края засолены огромные территории, охватывающие до 40—50 % сельскохозяйственных угодий.

За более чем столетнюю историю освоения степей леса сохранились лишь на площади от 0,5 до 4 % всей их территории [11]. За это же время (100—150 лет) в пределах всей степной зоны возросла повторяемость пыльных бурь. За последние 50 лет сильные бури наблюдались в 1928, 1960, 1969 гг. Чаще всего подвергались дефляции черноземы и каштановые почвы, длительное время использовавшиеся под пашню. Полезащитные лесные полосы, современная агротехника с применением методов безотвальной обработки почвы несколько ограничивают разрушительную работу ветра, но она и сейчас остается весьма существенной.

Ветер — один из важнейших преобразующих факторов в степи — разрушает, переносит и отлагает песок и пылеватый материал. Песок обычно передвигается путем сальтации, а пыль во взвешенном состоянии разносится на тысячи километров. Пыльные бури, переносящие особенно много материала, можно назвать крайней формой проявления дефляции. Наряду с засухами они являются стихийными бедствиями, переходящими нередко в катастрофические. Пыльные бури всегда вызываются сильными ветрами. Число дней с пыльными бурями на юге Западной Сибири колеблется от 0,2 до 34 в году, наиболее велико оно (11—34) в Кулундинской степи. Средняя скорость ветра во время пыльных бурь изменяется от 5,4 до 12,9 м/с, а максимальная — от 11 до 46 м/с. За 20 лет (1950—1970 гг.) в Кулундинской степи наблюдалось 11 сильных пыльных бурь. Выделяется два сухих периода: 1951—1955 и 1962—1969 гг. [23]. Наиболее продолжительными (свыше 40 ч) и интенсивными были бури в западной части Алтайского края и пограничных с ней районах Казахстана. Особенно интенсивные дефляционные процессы происходят при продолжительных бурях, которые бывают весной и в первую половину лета. Пыльные бури описаны на юге Западной Сибири [23], в Кулунде [9] и Омской области [24], в Северном Казахстане [20, 21]. Так, в 1960 г. 23, 25 и 29 апреля, а затем во второй декаде мая ветры со скоростью 21—22 м/с (порывы до 34—40 м/с) вызвали пыльные бури, во время которых уничтожено до 50—80 % посевов сельскохозяйственных культур на площади до 450 тыс. га, в основном в Павлодарской области. Образовались наносы песка в виде барханчиков до 20 см высоты [20].

Пыльная буря 1968 г. распространялась по всей степи и лесостепи Западной Сибири. В с. Купино 28—29 апреля она продолжалась 35 ч [23]. Эта буря достигла г. Томска. 27—28 апреля многим томичам пришлось наблюдать необычное для этой зоны явление: воздух был насыщен тонкой легкой пылью, которая постепенно оседала равномерным слоем на полях, деревьях, на стенах и крышах зданий. Лишь во второй половине дня 28 апреля дождь ускорил выпадение пыли из воздуха. Город стал серым. Дома приобрели монотонную серую окраску, стекла стали светонепроницаемыми, видимость резко уменьшилась. Тучи пыли, висевшие над Томском и областью, — не местное явление, а остатки пыльной черной бури, возникшей на юге Западно-Сибирской равнины, в Казахстане на распаханных целинных землях и дошедшей до Томска. В составе пыли 87,4 % составляли частицы мельче 0,25 мм и 12,6 % были размером 0,25—0,05 мм. Расстояние по прямой от Целинограда до Томска более 1000 км. Оказалось, что на большие расстояния может переноситься не только илистая часть почвы, но и мелкий песок. По приблизительным подсчетам, с пылью на территорию Томской области было принесено примерно 20 млн т гумуса, около 1 млн т азота, 240 тыс. т калия и более 60 тыс. т фосфора [25]. Такие отголоски черных бурь для Томска крайне редкое явление, хотя в среднем за год в окрестностях города зафиксировано 16 небольших ветровых бурь весной и летом. Пыль же была здесь местного происхождения и не переносилась далеко за пределы города. Следует заметить, что отмечается и эоловый вынос солей с устойчивыми ветрами из аридных районов и осаждение их в соседней Барабе в связи со снижением энергии ветра [26].

Кроме продолжительных чаще бывают непродолжительные пыльные бури, повторяемость которых составляет 11—40 % их общего количества. Такие бури особенно типичны для Кулундинской сухой степи, где они возникают весной преимущественно при юго-западных ветрах и продолжаются от 0,5 до 3 ч. Авторам неоднократно приходилось наблюдать возникновение этих бурь в степи. Темное облако пыли быстро приближается и увеличивается, захватывая сплошной темно-бурой пеленой все большую и большую площадь. Шквальный ветер до 20—30 м/с несет тучи пыли, мгновенно превращая день в темную ночь. Видимость вокруг падает до 1 м. Пыльные вихри разрушают почву до глубины нескольких сантиметров, уничтожают или повреждают молодые побеги растений, вынося с пашни вместе с пылью и часть гумусового слоя. На пути прошедшей бури остаются небольшие эоловые нано- и реже микроформы рельефа из песчаного наноса, который оседает вокруг кустарников, в ветровой тени зданий и оград. Пыль сквозь щели, открытые окна проникает в жилые дома. Из наноформ рельефа чаще всего наблюдается ветровая рябь, которая формируется на поверхности пашни в виде валиков-волн длиной от нескольких сантиметров до метра и более, а высотой до 3—5 см в зависимости от скорости ветра. Механизм формирования этих наноформ в Павлодарской и Кустанайской областях Северного Казахстана подробно описан М.Е. Бельгибаевым [27]. Реже встречаются косы навевания — в ветровой тени кустов растений, изгородей. Размеры их также невелики — длина до 2 м, высота до 30 см. Более крупные косы навевания зафиксированы на опушках лесных полос.

Антропогенизация рельефа и вообще ландшафтов происходит не только при сельскохозяйственном использовании земель, но и при строительстве и эксплуатации крупных гидротехнических сооружений, автомагистралей, железнодорожных линий. Только при строительстве ложа Кулундинского магистрального канала — стержня крупной и сложной гидротехнической системы — полностью уничтожен поверхностный почвенно-растительный слой на расстоянии 182 км (длина канала) при ширине 40 м. К этой площади в 700 га [28] следует добавить площадь полосы в 1100 га, где работали строительные механизмы и транспорт, отсыпался и складировался грунт. Вся эта обширная территория зоны Кулундинского канала оказывает влияние на 7 административных районов Алтайского края общей площадью 21,5 тыс. км² [28]. Зона канала подвергается ветровой и водной эрозии, заболачиванию и засолению. Здесь начались динамические процессы, в

результате которых образуются формы антропогенного микро- и мезорельефа. На откосах канала формируются борозды и промоины глубиной до 1,5 и шириной до 3 м. Только за счет линейной эрозии в русло канала с 1977 по 1981 г. поступило до 12 тыс. м³ грунта, а за 1982—1983 гг. этот объем увеличился вдвое. Откосы при ветровом волнении разрушаются абразией. Формируются абразионные террасы, которые весной теряют устойчивость и обрушиваются.

Существенно изменяется динамика увлажнения и засоления почв. Установлено, что за 5 лет функционирования канала в зоне его влияния обычная лугово-черноземная почва превращается в солончевато-засоленную. Гео-системы же, находящиеся в зоне канала, «...почти все... в той или иной степени изменены и трансформированы хозяйственной деятельностью человека и представляют собой антропогенные модификации» [28, с. 151].

Строительство дорог и дамб во многих местах полностью изменило естественную конфигурацию и размеры водосборных площадей, т.е. привело в условиях выположенного рельефа к образованию искусственных водоразделов. Талые воды весной в больших количествах скапливаются в кюветах и понижениях местности вдоль дорог и часто не находят выхода в естественные водоприемники. Положение усугубляется тем, что водопропускные трубы укладываются в дорожных насыпях не всегда с учетом рельефа местности и путей движения талой воды. В результате происходит повышение уровней грунтовых вод, затопление населенных пунктов и сельскохозяйственных полей. Примеры такого рода мы неоднократно наблюдали весной в южных районах Омской области. В райцентре Павлоградка и в других населенных пунктах талые воды в апреле 1987 г. перекачивались через насыпи с помощью насосов, в отдельных местах дорожное полотно было размывто. Иногда же водопропускные трубы уложены таким образом, что сток в них очень мал или вообще отсутствует. Придорожные кюветы играют роль искусственных элементов гидрографической сети. Если дорога проложена по пониженной местности, направление течения воды в трубах под полотном дороги может меняться на противоположное в зависимости от соотношения уровней в кюветах справа и слева от дороги. Более того, мы наблюдали в спаренных трубах через дорогу на участке Павлоградка — Русская Поляна течение воды в противоположных направлениях. Здесь в кюветах бывают сравнительно высокие скорости течения, на дне русел вода выработала ступени высотой 0,1—0,2 м, наблюдается глубинная и боковая эрозия. При подъеме воды в оз. Жарылдыколь (Алаботинская ложбина древнего стока), куда «впадают» кюветы, вода из озера движется вдоль дороги, и местное население на участке протяженностью в несколько километров ловит в кюветах рыбу.

Площади орошаемых земель только на юге Омской области достигли к началу 90-х гг. 100 тыс. га. Забор воды осуществляется из Иртыша. Кулундинский канал позволит оросить в степи 60—120 тыс. га. Однако наряду с крупными водохозяйственными объектами для орошения полей используются местные поверхностные и подземные воды, запасы которых в Кулундинской депрессии и в дельтах ложбин древнего стока значительны [29].

С наличием подземных вод, залегающих неглубоко от дневной поверхности, видимо, связано здесь существование в котловинах степи так называемых блуждающих озер. Возникают они обычно после весеннего половодья или ливневых дождей, а затем подпитываются подземными водами. Нередко для сохранения озер бурятся скважины, что позволяет до некоторой степени регулировать их уровень за счет притока подземных вод. К сожалению, эти меры не всегда приводят к благоприятным результатам, так как способствуют подтоплению и даже затоплению части населенных пунктов, приусадебных участков.

Такие случаи имеют место в Михайловском, Ключевском и других степных районах [30]. Здесь подземные воды использовались для водоснабжения населения с давних пор, и каких-либо существенных негативных явлений не наблюдалось. Однако когда эти воды стали применять для орошения полей и приусадебных участков, создания водопроводных сетей,

водоснабжения благоустроенного жилья без соответствующей канализации, это привело к значительному материальному ущербу и возникла необходимость борьбы с затоплениями.

Какова же причина появления и исчезновения озер? Одни считают, что не глубоко от дневной поверхности в Кулундинской степи протекают мощные подземные реки, над которыми на поверхности земли и образуются озера, подпитываемые подземными водами из пробуренных скважин. Более правильно, по-видимому, предположение, что подземные воды, добываемые из водоносных слоев, залегающих под плотными водоупорными глинами, не могут проникать обратно в эти горизонты. Они скапливаются на водоупорном ложе и уровень их постепенно повышается. Озера, получая дополнительное питание, также повышают уровень и подтапливают окружающие населенные пункты и прилегающие поля. Так, жители с. Михайловского оказались «пленниками подземного моря», созданного их же руками [31].

Подтопления в пределах Кулундинской аллювиальной равнины не редкость. Здесь пресные подземные воды сосредоточены сравнительно не глубоко от дневной поверхности в отложениях кулундинской, павлодарской и атлымской свит. Эти воды — практически единственные местные источники питьевого водоснабжения и орошения сельскохозяйственных угодий. Подтоплению подвергаются также участки Приобского плато и в долине Оби. Например, после образования Новосибирского водохранилища (площадь 1070 км²) за 7 лет его эксплуатации ширина полосы размыва берега достигла 110 м, а подтопление вдоль его берегов распространилось в глубь суши до 3 км [4, 5]. Учитывая, что длина водохранилища 200 км, площадь подтопления оказалась соизмерима с площадью самого водного зеркала.

С описанными негативными явлениями приходится считаться и проводить соответствующие мероприятия, ограничивающие разрушительную работу воды и ветра. Однако они не всегда эффективны, ибо мелиоративные условия в степях весьма разнообразны.

Антропогенизация степей продолжается. К сожалению, нет еще надежных количественных показателей ее развития. Опыт количественной оценки эрозинно- и дефляционноопасных земель бассейнов Оби и Иртыша [32] при разработке схемы комплексного использования природных ресурсов является первым и требует большей детализации. И если еще в эпоху бронзы антропогенный фактор был почти соизмерим с естественной динамикой ландшафта степей [15], то в настоящее время он значительно ее превосходит. В связи с усиливающимся антропогенным воздействием в степях юга Западной Сибири, происходящим на фоне глобального потепления климата, отмеченные тенденции, надо полагать, сохранятся и в ближайшем будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розанов Л.Л. Геотехноморфогенные основы познания современного рельефообразования // Современное экзогенное рельефообразование, его изучение и прогноз. — М., 1984.
2. Закономерности развития рельефа Северной Азии. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982.
3. Герасимов И.П. О рельефе и соляных озерах Кулундинской степи // Тр. СОПС. Сер. Сибирская. — 1934. — Вып. 8.
4. Третьков Е.В. Инженерно-геологическая оценка размыва берегов Оби в степном Алтае // Бюл. НТИ. — 1963. — № 2 (52).
5. Маккаев Н.И., Сахарова Е.И., Чалов Р.С. Современные эоловые процессы в долине Верхней Оби // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. — 1966. — № 2.
6. Малолетко А.М. Лощинно-увалистый рельеф Степного Приобья и Кулунды и его происхождение // Вопр. географии Сибири. — 1976. — Вып. 9.
7. Волков И.А. Ишимская степь (рельеф и покровные лессовидные отложения). — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1965.
8. Волков И.А., Волкова В.С., Задкова И.И. Покровные лессовидные отложения и палеогеография юго-запада Западной Сибири в плиоцен-четвертичное время. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1969.
9. Грибанов Л.И. К познанию природы черных бурь в Кулундинской степи Алтайского края // Почвоведение. — 1954. — № 9.
10. Любцова Е.М. Оценка эоловых процессов в Предбайкалье // География и природ. ресурсы. — 1994. — № 4.

11. Западная Сибирь / Под ред. Г.Д. Рихтера. — М.: Наука, 1963.
12. Земцов В.А., Ткачев Б.П. Проблемы гидромелиораций в южных районах Западной Сибири // Мелиоративная география. — Таллин, 1988. — Т. 2.
13. Ядринцев Н.М. Поездка по Западной Сибири и в горный Алтайский округ // Зап. Зап.-Сиб. отд. РГО. — 1880. — Кн. 11.
14. Шнитников А.В. Большие озера Срединного региона и некоторые пути их использования // Озера Срединного региона. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1976.
15. Пульсирующее озеро Чаны. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1982.
16. Николаев Е.А. Антропогенный этап в истории степей Западной Сибири и Казахстана // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. — 1977. — № 3.
17. Орлова Л.А. Голодец Барабы. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990.
18. Колесников А.Д. История заселения Омской области // Конференция по географии Западной Сибири. — Омск, 1977.
19. Самосудов В.М. Освоение Сибири и проблемы социально-экономического развития края на рубеже XIX—XX вв. // Там же.
20. Тихонов А.В. Взаимосвязь сельского хозяйства с процессами дефляции в восточных районах освоения целины // Пыльные бури и их предотвращение. — М.: Изд-во АН СССР, 1963.
21. Гаель А.Г. Ветровая эрозия легких почв // Там же.
22. Заводчиков А.Б. Потери талых вод на инфильтрацию и аккумуляцию на водосборах в период снеготаяния в Северном Казахстане // Метеорол. и гидрол. — 1962. — № 3.
23. Долгилевич М.И., Сахин А.Н. Пыльные бури в Западной Сибири // Изв. АН СССР. Сер. геогр. — 1973. — № 6.
24. Сметанин И.С. Ветровая эрозия почв в степи и южной лесостепи Западной Сибири // Борьба с выдуванием почв в районах освоения целинных и залежных земель. — М.: Сельхозгиз, 1957.
25. Танзыбаев М.Г., Славнина Т.П. Необычное явление в природе Томской области // Гляциоклиматология Западной Сибири. — Л., 1975.
26. Казанцев В.А. Субэзральный галогенез почв (на примере бассейна р. Каргат Барабинской равнины): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Новосибирск, 1992.
27. Бельгибаев М.Е. Эоловый аккумулятивный микрорельеф дефлированных почв // Геоморфология. — 1975. — № 1.
28. Кулундинский канал. Ландшафтно-индикационная оценка природных условий в зоне влияния и прогноз их изменения. — Иркутск, 1985.
29. Акуленко Ю.Н. Подземные воды Кулунды и их использование. — Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1977.
30. Земцов А.А. Наводнения на озере Михайловском (Кулундинская степь) // География и природ. ресурсы. — 1994. — № 4.
31. Гуртенко И. Пленники подземного моря // Алтайская правда. — 1994. — 18 окт.
32. Белоцерковский М.Ю., Кирюшина З.П., Ларионов Г.А., Миргородская Н.Н. Опыт количественной оценки эрозионно- и дефляционноопасных земель бассейнов Оби и Иртыша при разработке схемы комплексного использования природных ресурсов // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. — 1984. — № 5.

*Томский государственный
университет*

*Поступила в редакцию
3 мая 1995 г.*