



ДИНАМИКА ЛЕТНИХ ЗАПАСОВ ВЛАГИ В ПРОФИЛЕ НЕЭРОДИРОВАННЫХ И ЭРОДИРОВАННЫХ ЧЕРНОЗЁМОВ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© 2023 А. А. Танасиенко , А. С. Чумбаев , Г. Ф. Миллер , С. В. Соловьев 

ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, проспект Академика Лаврентьева, 8/2,
г. Новосибирск, 630090, Россия. E-mail: chumbaev@issa-siberia.ru

Цель исследования. Выявить наличие и причины летнего дефицита влаги в профиле незэродированных и эродированных почв на фоне многолетнего увеличения увлажнения территории юго-востока Западной Сибири.

Место и время проведения. Рассмотрен водный режим чернозёмов выщелоченных Кузнецкой котловины (1968–1979 гг.), чернозёмов обыкновенных Новосибирского Приобья (1984–1993 гг.), чернозёмов выщелоченных Предсалаирья (с 1995 по н.в.) под целинной растительностью и его изменение в результате обработки почвы и эрозионных процессов.

Методы. Исследовали влажность каждого 10-сантиметрового слоя почвы до глубины 150 см. В лабораторных условиях для определения содержания влаги в почвенных образцах использовали термостатно-весовой метод. Данные по количеству осадков и температуре воздуха тёплого периода получены из климатических справочников, сети Интернет и собственных наблюдений на ключевых участках.

Основные результаты. Установлено, что ранней весной (апрель) запасы влаги в 1,5-метровой толще целинного чернозёма выщелоченного на 50 мм меньше, чем в чернозёме пашни. Эта разница в запасах влаги сохраняется в течение всего лета; к середине октября различия в запасах влаги в профиле незэродированных чернозёмов исчезает. На пополнение запасов почвенной влаги отрицательное влияние оказывает поверхностный сток ливневых вод, поэтому профиль эродированных чернозёмов оказывается недонасыщен влагой. Весенний дефицит влаги в 1,5-метровой толще почв, распространённых на склонах юго-восточной и юго-западной экспозиций, примерно одинаков (58 и 48 мм, соответственно), а в июне сильнее иссушен профиль пахотного слабоэродированного чернозёма, расположенного на склоне юго-восточной экспозиции (дефицит влаги 101 и 48 мм, соответственно).

Заключение. Недонасыщенность влагой почвенного профиля распаханых незэродированных чернозёмов весной, редкие и незначительные по количеству осадки первой половины тёплого периода, высокая температура воздуха в это же время привели к существенному расходу почвенной влаги и образованию ее дефицита к августу в сухой и нормальный по увлажнению циклы. За последние 10 лет (2013–2022 гг.) наблюдается определенная тенденция трансформации непромывного типа водного режима чернозёмов Предсалаирья в периодически промывной тип, за счет увеличения количества раннеосенних осадков и температур воздуха.

Ключевые слова: твердые и жидкие атмосферные осадки; запас почвенной влаги; циклы атмосферного увлажнения; чернозёмы Западной Сибири.

Цитирование: Танасиенко А.А., Чумбаев А.С., Миллер Г.Ф., Соловьев С.В. Динамика летних запасов влаги в профиле незэродированных и эродированных чернозёмов юго-востока Западной Сибири // Почвы и окружающая среда. 2023. Том 6. № 4. e232. DOI: [10.31251/pos.v6i4.232](https://doi.org/10.31251/pos.v6i4.232).

ВВЕДЕНИЕ

Земельный фонд юго-востока Западной Сибири на 01.01.2021 г. (Доклад о состоянии..., 2022) характеризуется относительно хорошей освоенностью. Сельскохозяйственные угодья Новосибирской и Кемеровской областей, а также Алтайского края (как субъектов федерации, наиболее показательных для указанной территории) в общей площади сельскохозяйственных земель этих регионов составляют 54, 42 и 22%, соответственно. В то же время, в общей площади сельскохозяйственных угодий Сибирского федерального округа их доля составляет 19, 6 и 26%, соответственно.

В пределах сибирской черноземной фации чернозёмы Западной Сибири занимают наибольшую площадь – более 13 млн га (Хмелев, Танасиенко, 2009а, б). Общая площадь черноземов в Западной Сибири в составе пашни составляет 10,7 млн га.

К началу века наибольшая доля негативных процессов, касающихся почвенного покрова территории Российской Федерации, приходится на процесс водной эрозии, действие которого выявлено на 15% обследованной территории страны. Сибирский федеральный округ (СФО) относится к территориям, где данное явление представлено весьма широко: им охвачено 7,8% территории. Из обследованных в СФО 1859,4 тыс. га, площадь, подверженная процессу водной эрозии, составила 156,08 тыс. га, из которых на слабосмытые почвы приходится 107,13 тыс. га, на среднесмытые 41,34 тыс. га, на сильносмытые – 7,61 тыс. га (Доклад о состоянии..., 2022).

Насколько угрожающий характер принял процесс водной эрозии на юго-востоке Западной Сибири особенно наглядно демонстрируется на примере Кемеровской области, где при общей площади пашни в 1535,5 тыс. га водной эрозией охвачено 25,4% территории, что составляет 389,1 тыс. га (Государственный (национальный) доклад..., 2020).

Население Западной Сибири к 50-м годам XX века существенно увеличилось, что повлекло за собой расширение посевных площадей. К этому времени лучшие почвы Западной Сибири (чернозёмы), распространённые на относительно выровненной территории, были полностью вовлечены в сельскохозяйственное производство. Дальнейшее освоение целинных и залежных земель под пашню осуществлялось уже на эрозионно-опасных склоновых поверхностях, крутизна которых нередко превышала 3° и даже 6°. Это привело к тому, что на изученной территории в настоящее время около 7 млн га земель в разной степени подвержено эрозии и дефляции (Танасиенко, 2003).

Основы изучения водного режима почв под естественной и культурной растительностью в элювиальных ландшафтах заложены работами В.В. Докучаева (1954) и А.А. Измаильского (1937). Известно, что склоны занимают большие территории, чем выровненные водораздельные пространства (Шурикова, 1981). В этой связи не случаен повышенный интерес многих исследователей к изучению водного режима почв элювиальных, трансэлювиальных и трансаккумулятивных ландшафтов (Швебс, 1960; Шикла, 1962; Герцык, 1966; Роде, 1978; Базыкина и др., 2015; Базыкина, Овечкин, 2016; и др.).

Почвы элювиальных ландшафтов самые удобные для возделывания сельскохозяйственной продукции, поэтому повсеместно в лесостепной и степной зонах они распаханы. Согласно Б.Б. Полюнову (1953, с. 38), элювиальные ландшафты занимают самую высокую позицию катены и характеризуются «... залеганием на водоразделах, независимостью процесса почвообразования от грунтовых вод, отсутствием притока материала путем жидкого и твёрдого бокового стока, наличием расхода материала путём стока, просачивания и выноса минеральных элементов ...». В условиях Западной Сибири водный режим автоморфных пахотных почв в лесостепной и степной зонах складывается по типу непромытого. Почвенные запасы влаги пополняются только за счёт атмосферных осадков. Вследствие значительной расчленённости территории, глубокого зимнего промерзания и практической водонепроницаемости почв в период снеготаяния, 40–60% осенне-зимне-ранневесенних осадков теряется за счёт поверхностного стока и физического испарения. В итоге, даже при снеготаянии и в довегетационный период, в большинстве случаев чернозёмы характеризуются значительным дефицитом влаги, который не всегда ликвидируется осадками теплого периода. Рост и урожайность возделываемых культур оказывается в зависимости от летних осадков, выпадающих крайне неравномерно. Это отрицательно сказывается на водном режиме незэродированных, эродированных и намытых почв и, в конечном итоге, на урожае сельскохозяйственных культур.

Цель исследования – выявить наличие и причины летнего дефицита влаги в профиле незэродированных и эродированных почв на фоне многолетнего увеличения увлажнения территории юго-востока Западной Сибири.

Для достижения поставленной цели был сделан анализ температуры воздуха и количества осадков, выпадающих в тёплый период года в исследованных геоморфологических районах юго-востока Западной Сибири, запасов общей влаги в профиле естественных и антропогенно-преобразованных почв, а также потерь талых и ливневых вод вследствие их поверхностного стока.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей статье рассмотрен водный режим почв Предалтайской лесостепной провинции, а именно: чернозёмов выщелоченных Кузнецкой котловины (наблюдения 1968–1979 гг.), чернозёмов обыкновенных Новосибирского Приобья (1984–1993 гг.), чернозёмов выщелоченных

Предсалаирья (с 1995 г. по н.в.) под целинной растительностью и его изменение в результате обработки почвы и эрозионных процессов (рисунок).

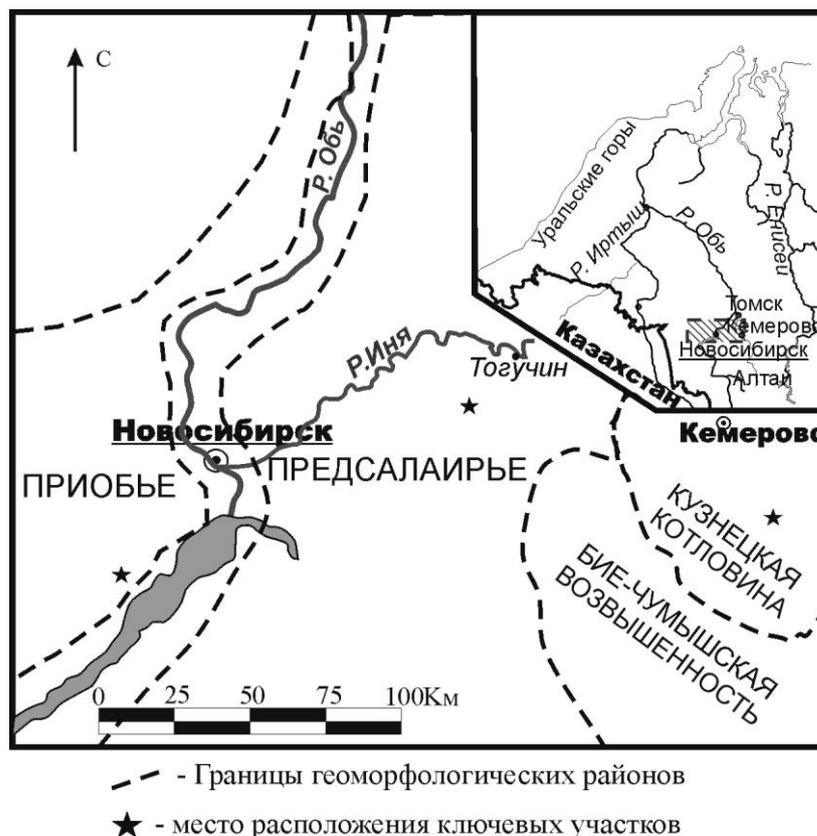


Рисунок. Карта-схема геоморфологического районирования Предалтайской лесостепной провинции (составлено по: Орлов, 1983).

С целью изучения водного режима чернозёмов систематически отбирались образцы почвы каждого 10-сантиметрового слоя до глубины 150 см. В лабораторных условиях для определения содержания влаги в почвенных образцах использовали термостатно-весовой метод (Вадюнина, Корчагина, 1973). В первые годы наблюдения летом проводились ежедекадно, а в последующие годы – 2 раза в месяц. Скважины располагались треугольником на расстоянии 1,5 м друг от друга. На всех точках наблюдений был проведен анализ плотности почв буровым методом Качинского, до глубины 150 см. Расчет запасов почвенной влаги (мм) производился путем перемножения влажности почв (%) на плотность соответствующего слоя. Гранулометрический состав исследуемых почв определялся методом пипетки в варианте Качинского. Классификация почв по гранулометрическому составу произведена по Н.А. Качинскому (1959).

Данные по количеству осадков, температуре воздуха тёплого периода были получены из климатических справочников (Климатологический справочник СССР, 1962; Метеорологический ежемесячник, 1961–1990; Справочник по климату СССР, 1977), по данным метеостанций Ордынское (Приобье), Тогучин (Предсалаирье) и Кемерово (Кузнецкая котловина), сети Интернет (Специализированные массивы...; Расписание Погоды) и собственных наблюдений на ключевых участках.

Юго-восток Западной Сибири характеризуется довольно высокой степенью освоенности территории; целинные участки с соответствующими почвами практически не сохранились. Однако, как полагал А.Ф. Большаков (1961), целинные аналоги позволяют изучить закономерности режима влажности чернозёмов без наложения изменений, вызванных обработкой и эрозионными процессами.

Вследствие большой горизонтальной и вертикальной расчленённости Предсалаирья и Кузнецкой котловины, каждый пятый гектар пашни в той или иной степени подвержен эрозионным процессам. Расчленение территории Новосибирского Приобья гораздо меньше вышеназванных регионов, поэтому здесь эродирован только каждый 14-й гектар пашни. Среди

эродированных почв наибольшее распространение получили слабоэродированные (86%), на долю среднеэродированных чернозёмов приходится почти 13% пашни. Сильноэродированные чернозёмы занимают немногим более 1%. Слабонамытые полугидроморфные лугово-чернозёмные почвы встречаются крайне редко.

Водный режим рассматривается как совокупность поступления и расхода почвенной влаги, суммарное выражение которой во времени определяется влагооборотом (Бялый, 1971).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Климат исследованной территории – континентальный, с жарким летом и холодной зимой. Ранее (Чумбаев и др., 2020), было установлено, что в нормально снежный цикл атмосферного увлажнения (1963–1987 гг.) в Предсалаирье (метеостанция Тогучин) температура воздуха в зимний период опускается до минус 30°C при средней величине минус 13,5°C. В многоснежный цикл атмосферного увлажнения (1988–2012 гг.) средняя температура воздуха зимой повысилась на 1,6°C в сравнении с нормально снежным циклом, а в очень многоснежный цикл (2013 – настоящее время) – на 2,3°C. Следовательно, в течение последних 60 лет отчётливо прослеживается потепление зимних периодов на юго-востоке Западной Сибири.

Самый жаркий месяц тёплого периода года – июль. В этом месяце воздух прогревается в среднем до +20...+23°C. Установлено, что среднегодовые температуры воздуха летом в различные циклы увлажнения очень близки между собой. Однако среднегодовая температура воздуха с 1963 г. по настоящее время увеличилась с 0,5 до 1,9°C, или на 12,5%.

Минимальное количество жидких атмосферных осадков свойственно апрелю. В начале тёплого периода количество жидких атмосферных осадков во всех трёх исследованных регионах практически одинаковое и колеблется в пределах 19–27 мм (табл. 1). Максимальное количество осадков выпадает в июле. Среднее количество осадков тёплого периода варьирует от 273 мм при сухом цикле увлажнения (метеостанция Ордынское) и до 386 мм во влажном цикле (метеостанция Кемерово агро). Предсалаирье и Кузнецкая котловина находятся в лесостепной зоне, а Приобье – в переходной части от лесостепи к степи. Поэтому в первых двух регионах общее количество жидких осадков в отдельные циклы увлажнения на 30–40 мм больше, чем в Приобье.

Материалы, представленные в табл. 1, позволяют сделать вывод о значительном варьировании атмосферных осадков тёплого периода, которое связано с ритмичностью их выпадения. В Новосибирском Приобье среднее количество жидких осадков за 80-летний период составляет 308 мм, против 345 мм выпавших в Кузнецкой котловине. По сухости тёплого периода Предсалаирье занимает промежуточное положение между Кузнецкой котловиной и Приобьем.

Многолетние наблюдения за количеством выпадающих твёрдых атмосферных осадков позволили зафиксировать увеличение увлажнённости территории Кузнецкой котловины (от 75 мм в 1940-х годах до 180 мм в конце 2020 года). Следовательно, за 80 лет среднее выпадение твёрдых атмосферных осадков увеличилось почти в 2,5 раза. Это позволило выявить четыре 25-летних цикла выпадения осадков холодного периода (Танасиенко и др., 2019). Среднее количество жидких осадков за этот же период также возросло (от 273 мм в 1940 г. до 386 мм в 2020 г.). Однако ожидаемого деления этого временного отрезка на 25-летние циклы увлажнения в тёплый период года не произошло. Поэтому к каждому из ранее выделенных 25-летних циклов холодного периода были искусственно присоединены аналогичные циклы тёплого периода. Оказалось, что и в таком случае осадки тёплого периода условно можно диагностировать как сухие циклы атмосферного увлажнения (меньше 315 мм), нормальные циклы (316–360 мм), а также влажные циклы (количество жидких осадков более 360 мм).

Количество выпадающих осадков на территории центрально-чернозёмной зоны (ЦЧЗ) России (Кузнецов, Демидов, 2002) немногим (на 48 мм) превышает увлажнение территории юго-востока Западной Сибири, например, Кузнецкой котловины. Важно подчеркнуть, что на территории ЦЧЗ количество выпавших жидких атмосферных осадков в апреле и сентябре в 2 раза превышает таковое в Кузнецкой котловине, а в августе большее увлажнение характерно для территории Кузнецкой котловины, нежели ЦЧЗ. Однако это не эрозионно-опасные месяцы. В самый эрозионно-опасный период (май–июль) увлажнение территории сравниваемых районов очень близко между собой. О значительной потере для почвенного профиля осадков, выпадающих с поверхностным стоком, свидетельствуют следующие примеры. Из 25 мм атмосферных осадков, выпавших в июле 1968 г. в Кузнецкой котловине, на поверхностный сток ливневых вод расходовалось 15 мм осадков, в июне 1969 г. из 36 мм дождевых вод 20 мм атмосферных осадков

мигрировало по поверхности склоновых почв в гидрографическую сеть (Танасиенко, 1992). Ещё больший поверхностный сток ливневых вод характерен для территории Предсалаирья (в пределах Новосибирской области). Например, 10 июня 1980 г. на поле, засеянное пшеницей, выпало 40 мм осадков в виде ливня, из которых 32 мм мигрировало с поверхностным стоком за пределы обрабатываемого склона.

Таблица 1

Количество осадков (мм) тёплого периода в различные циклы увлажнения тёплого периода на юго-востоке Западной Сибири

n	Месяц	Циклы			
		Предсалаирье. Метеостанция <i>Тогучин</i>	Предсалаирье. Метеостанция <i>Тогучин</i>	Предсалаирье. Метеостанция <i>Тогучин</i>	Предсалаирье. Метеостанция <i>Тогучин</i>
		нормальный (1938–1962 гг.)	нормальный (1963–1987 гг.)	нормальный (1988–2012 гг.)	влажный (2013–2020 гг.)
25	IV	21 ± 2,8	26 ± 2,6	27 ± 2,5	23 ± 4,1
	V	36 ± 3,4	38 ± 3,4	36 ± 5,1	62 ± 9,4
	VI	59 ± 5,2	46 ± 5,5	58 ± 5,2	39 ± 5,0
	VII	79 ± 6,5	63 ± 6,4	74 ± 8,5	75 ± 8,7
	VIII	65 ± 6,5	64 ± 5,9	63 ± 7,0	61 ± 7,2
	IX	45 ± 4,5	38 ± 4,3	50 ± 5,3	43 ± 6,1
	X	39 ± 3,6	43 ± 4,2	41 ± 2,9	58 ± 6,6
	Итого	–	344	318	349
		Новосибирское Приобье. Метеостанция <i>Ордынское</i>			
		сухой (1938–1962 гг.)	сухой (1963–1987 гг.)	сухой (1988–2012 гг.)	влажный (2013–2020 гг.)
25	IV	23 ± 2,9	25 ± 3,1	23 ± 3,3	24 ± 3,8
	V	30 ± 3,0	32 ± 2,5	44 ± 7,4	59 ± 7,7
	VI	53 ± 5,8	43 ± 5,0	47 ± 2,3	41 ± 5,4
	VII	74 ± 8,8	59 ± 7,6	71 ± 9,1	88 ± 9,1
	VIII	63 ± 5,9	47 ± 5,8	36 ± 6,4	66 ± 6,3
	IX	38 ± 4,5	30 ± 4,7	27 ± 6,0	32 ± 3,7
	X	33 ± 3,2	37 ± 3,2	35 ± 6,1	54 ± 5,9
	Итого	–	314	273	283
		Кузнецкая котловина. Метеостанция <i>Кемерово агро</i>			
		нормальный (1938–1962 гг.)	нормальный (1963–1987 гг.)	нормальный (1988–2012 гг.)	влажный (2013–2020 гг.)
25	IV	19 ± 2,2	23 ± 2,3	27 ± 2,5	23 ± 4,1
	V	41 ± 3,6	42 ± 3,4	38 ± 3,9	56 ± 8,8
	VI	56 ± 4,0	61 ± 6,9	69 ± 5,8	49 ± 7,8
	VII	74 ± 4,5	59 ± 7,9	66 ± 6,6	97 ± 11,5
	VIII	60 ± 5,1	67 ± 5,3	61 ± 4,9	61 ± 5,2
	IX	45 ± 3,9	34 ± 4,2	43 ± 4,3	51 ± 4,8
	X	27 ± 2,9	39 ± 3,1	43 ± 2,1	49 ± 4,6
	Итого	–	322	325	347

Примечание.

n – число повторностей. ± SE (standard error) – стандартная ошибка среднего.

Известно, что общее количество жидких осадков позволяет судить лишь о потенциальной возможности увлажнения того или иного исследуемого региона, поскольку увеличение объёма осадков не всегда сопровождается соответствующим увеличением усвоения почвой дождевых вод. Величина поверхностного стока зависит, в основном, от интенсивности дождей, их продолжительности и частоты выпадения (Черемисинов, 1968; Заславский, 1979), а также от инфильтрационной способности почвы (Львович, 1974).

Водный режим чернозёмов Кузнецкой котловины. Наши исследования содержания общей влаги в профиле незэродированных и эродированных чернозёмов Кузнецкой котловины в тёплый сезон года пришлись на период нормального цикла увлажнения территории в тёплый период (табл. 2).

Таблица 2

Динамика запасов влаги и её дефицит от НВ в профиле чернозёмов различной степени эродированности Кузнецкой котловины нормального цикла увлажнения, тёплый период 1968–1979 гг.

Слой, см	НВ, мм	Запасы / прибавка (+) или дефицит (-) влаги (мм) во второй декаде:			
		апреля	июня	августа	октября
Чернозёмы выщелоченные тяжелосуглинистые (54°44'53,5" с.ш., 86°39'55,3" в.д.)					
Неэродированные, целина, n = 8					
0–30	135	150 / +15	94 / -41	85 / -50	111 / -24
30–50	71	38 / -33	52 / -19	42 / -29	51 / -20
50–100	155	109 / -46	101 / -54	53 / -102	112 / -43
100–150	143	117 / -26	113 / -30	115 / -28	122 / -21
0–150	504	414 / -90	360 / -144	295 / -209	396 / -108
Неэродированные, пашня, n = 8 (54°44'11,0" с.ш., 86°39'32,4" в.д.)					
0–30	122	138 / +16	88 / -34	80 / -42	96 / -26
30–50	70	58 / -12	51 / -19	45 / -25	51 / -19
50–100	154	138 / -16	99 / -55	116 / -38	120 / -34
100–150	143	129 / -14	121 / -22	123 / -20	130 / -13
0–150	489	463 / -26	359 / -130	364 / -125	397 / -92
Слабоэродированные, пашня, склон юго-восточной экспозиции, n = 7 (54°44'08,3" с.ш., 86°39'39,5" в.д.)					
0–30	95	101 / +6	74 / -21	70 / -25	96 / +1
30–50	56	56 / 0	45 / -11	40 / -16	54 / -2
50–100	143	113 / -30	102 / -41	93 / -50	110 / -33
100–150	138	104 / -34	110 / -28	105 / -33	105 / -33
0–150	432	374 / -58	331 / -101	308 / -124	365 / -67
Среднеэродированные, пашня, склон юго-восточной экспозиции, n = 8 (54°44'06,6" с.ш., 86°39'44" в.д.)					
0–30	99	102 / +3	82 / -17	66 / -33	91 / -8
30–50	57	45 / -12	48 / -9	40 / -17	49 / -8
50–100	141	102 / -39	109 / -32	107 / -34	111 / -30
100–150	135	110 / -25	118 / -17	121 / -14	123 / -12
0–150	432	359 / -73	357 / -75	334 / -98	374 / -58
Сильноэродированные, пашня, склон юго-восточной экспозиции, n = 8 (54°44'00,8" с.ш., 86°39'52,1" в.д.)					
0–30	93	91 / -2	68 / -25	64 / -29	81 / -12
30–50	60	48 / -12	45 / -15	38 / -22	45 / -15
50–100	151	109 / -42	110 / -41	101 / -50	108 / -43
100–150	135	101 / -34	84 / -51	106 / -29	95 / -40
0–150	439	349 / -90	307 / -132	309 / -130	329 / -110
Слабонамытые*, пашня, шлейф склона юго-восточной экспозиции, n = 8 (54°43'56,4" с.ш., 86°39'54,7" в.д.)					
0–30	104	112 / +8	90 / -14	91 / -13	101 / -3
30–50	73	74 / +1	60 / -13	56 / -17	64 / -9
50–100	143	148 / +5	132 / -11	129 / -14	137 / -6
100–150	146	155 / +9	155 / +9	154 / +8	164 / +18
0–150	466	489 / +23	437 / -29	430 / -36	466 / 0

Примечание.

НВ – наименьшая влагоемкость. n – число повторностей. *Слабонамытые полугидроморфные лугово-черноземные почвы.

В естественном состоянии водный режим чернозёмов выщелоченных (целина) этого региона имеет ряд характерных особенностей. Как правило, снеготаяние заканчивается до оттаивания почвы, а наличие растительной подстилки, ветоши и мощной дернины (10–15 см) способствуют более полному, чем на пахотных склонах, впитыванию снеготалых вод и жидких летних осадков. Поэтому здесь, в большинстве случаев, во второй декаде апреля слой 0–30 см насыщен влагой, превышающей величину **наименьшей влагоемкости (НВ)**. Следует отметить, что, начиная со

второй декады июня и до конца тёплого периода, в этом слое дефицит влаги варьировал в пределах 24–50 мм. Наибольший дефицит влаги в целинном чернозёме (50 мм) зафиксирован в августе. Дефицит влаги в слое 50–100 см равен вышерасположенному полуметровому слою, а слой 100–150 см гораздо лучше насыщен влагой, чем вышележащий, однако меньше, чем верхний. Влияние талых вод здесь, вероятно, сказывается не так сильно, как в вышележащих слоях. Об этом свидетельствует довольно высокое содержание общей влаги в данном слое в течение всего периода наблюдений. Обычно недонасыщенность слоя 100–150 см до величины НВ составляет 15–25%.

Оценивая весенние запасы влаги 1,5-метрового слоя целинного чернозёма, следует отметить, что в 60% случаев наблюдается промачивание 50-сантиметровой толщи до НВ. Накопленная в период снеготаяния влага очень быстро расходуется естественной растительностью, у которой начало вегетационного периода более чем на месяц опережает развитие агроценоза. В итоге, в середине июня количество общей влаги в слое 0–50 см в засушливые годы резко снижается до величины завядания растений, а в нормальные по увлажнению годы она находится в труднодоступном для растений состоянии. Летние дожди не компенсируют текущий расход влаги из данного слоя, промачивая максимум верхнюю 30-сантиметровую толщу почвы. В годы же с обильным количеством осадков летнего периода верхний полуметровый слой существенно пополняется влагой, содержание которой становится ближе к НВ. Осенние запасы влаги в 30-сантиметровом слое целинного чернозёма, хотя и превышают июньские и августовские запасы, но оказываются меньшими (на 39 мм) в сравнении с весенними.

Весной, во время снеготаяния (преимущественно первая половина апреля), в результате быстрого нарастания положительных температур воздуха днём и возврата отрицательных температур ночью, почва успеваеет оттаять на очень небольшую глубину (не более 20 см). Поэтому даже высокие снеготалоходы (более 120 мм) почти не оказывают большого влияния на пополнение запасов влаги почвенного профиля глубже 50 см. В итоге, при количестве осенне-зимних осадков, соответствующих среднегодовой норме, после снеготаяния в почвенном профиле чернозёмов (независимо от степени смытости) может отмечаться дефицит влаги, величина которого минимальна лишь для слоя 30–50 см (9 мм). В слое 50–100 и 100–150 см дефицит может достигать 40 мм и более.

По интенсивности влагооборота чернозёмы элювиальных ландшафтов Кузнецкой котловины и Предсалаирья сходны с чернозёмами выщелоченными лесостепи Омской области (Журавлев, 1959) и Тобол-Ишимского междуречья (Каретин, 1982), но заметно отличаются от аналогичных почв европейской части России (Большаков, 1961; Афанасьева, 1966; Аментьева, 1971) меньшей глубиной влагооборота, более поздним иссушением корнеобитаемого слоя. Сходство водного режима чернозёмов Западной Сибири обуславливается, вероятно, тем, что корневая система районированных сортов сельскохозяйственных культур сосредоточена, в основном, в верхнем полуметровом слое. Высокие температуры воздуха в июне и июле, незначительное количество осадков в засушливые годы способствуют сильному иссушению именно этого слоя почвы, что не свойственно, например, курским чернозёмам (Большаков, 1961).

На долю трансэлювиальных ландшафтов приходится более 60% исследуемой территории. Они характеризуются приток вещества не только из атмосферы, но и боковым внутрпочвенным стоком. Поверхностный сток здесь обусловлен либо дождями, либо талыми водами. Возникают эти потоки тогда, когда поверхность склона не может по той или иной причине вместить всего количества поступающей жидкости.

Около 80% всех сельскохозяйственных угодий Кузнецкой котловины и Предсалаирья расположены на склонах крутизной до 10° (Танасиенко, 1992) и представлены слабо-, средне- и сильноэродированными чернозёмами выщелоченными. Слабоэродированные чернозёмы распространены в верхней трети склона, где его крутизна колеблется в пределах 1–3°. При наличии вод различного генезиса, около 40% их мигрирует по поверхности склона за пределы пашни. В итоге, в профиле слабоэродированных чернозёмов формируется существенный дефицит влаги, который, нужно отметить, мало чем отличается от характера распределения влаги в почвах элювиальных ландшафтов. Запасы влаги в профиле слабоэродированных чернозёмов во второй половине апреля оказываются на 90 мм меньшими, чем в неэродированных почвах. Пониженные запасы влаги в профиле слабоэродированных чернозёмов объясняются обеднением их гумусового

горизонта органическим веществом, обменными основаниями и илистой фракцией, ответственными за структурообразование и водопоглощение.

При сопоставлении среднесезонных запасов общей влаги в профиле слабоэродированных почв в различные сезоны года, обращают на себя внимание практически одинаковые её запасы в верхнем слое почв вне зависимости от сезона, несколько повышенная аккумуляция к началу лета (на 15 мм), особенно в чернозёмах, занимающих склон юго-западной экспозиции. Интенсивный влагооборот в слабоэродированных чернозёмах охватывает в основном метровую толщу. Содержание общей влаги в слое 100–150 см варьирует в пределах 105–120 мм при средних многолетних запасах в 109 мм и остаётся практически неизменным в течение года.

Слабоэродированные чернозёмы, распространённые на склонах юго-восточной и юго-западной экспозиций с крутизной 2–3°, в сравнении с почвами элювиальных ландшафтов, летом (июнь–август) недополучают различное количество влаги. Лучшее увлажнение присуще почвам юго-западной экспозиции, дефицит влаги в которых в среднем равен 75 мм против 112 мм, характерных для профиля почв юго-восточной экспозиции.

Среднеэродированные чернозёмы обычно занимают вторую треть склона. Как справедливо отмечал В.Р. Вильямс (1950), количество воды, проникающее в почву, становится всё меньше по мере удаления от водораздела. Нашими исследованиями установлено, что среднеэродированные чернозёмы суше в засушливые годы и влажнее в годы с повышенным количеством атмосферных осадков в сравнении с расположенными выше по склону слабоэродированными почвами; наиболее активным влагооборотом охвачена метровая толща чернозёмов.

Сильноэродированные чернозёмы распространены, в случае прямого и длинного склона, в средней, наиболее крутой его части, либо на выпуклой части сложного выпукло-вогнутого склона. Как в том, так и в другом случае, через участки сильноэродированных почв, в силу крутосклонного рельефа, с большой скоростью мигрирует значительное количество воды с поверхностным стоком, который формируется в том случае, если запасы воды в снеге достигают 60 мм. Меньшие запасы ещё до наступления снеготаяния сублимируются и испаряются в результате повышенной инсоляции южного склона. Поэтому сильноэродированные чернозёмы получают значительно меньшее количество влаги, чем почвы плакоров или слабо- и среднеэродированные их аналоги. Сильноэродированные чернозёмы Кузнецкой котловины отличаются от всех почв катены максимальным дефицитом влаги как в начале (73 мм), так и в конце (110 мм) тёплого периода.

Почвы трансаккумулятивных ландшафтов – полугидроморфные лугово-чернозёмные намывные почвы – расположены на шлейфах склонов и балок. Данные ландшафты накапливают влагу не только за счёт атмосферных осадков, но и за счёт поверхностного стока талых и дождевых вод. Вследствие редукции стока потоки талых и, особенно, ливневых вод в нижней трети склона наблюдаются гораздо дольше, чем в верхней трети, где их существование, по мнению В.Р. Вильямса (1950), непродолжительно. В лугово-чернозёмных намывных почвах активным влагооборотом охвачена метровая толща, что подтверждается стабильным увлажнением иллювиально-карбонатного горизонта (слой 100–150 см) в течение всего тёплого периода. Профиль намывных почв, в отличие от остальных почв катены, весной и осенью не испытывает недостатка влаги.

Водный режим чернозёмов Новосибирского Приобья. Наблюдения за водным режимом обыкновенных чернозёмов Новосибирского Приобья пришлось на сухой цикл атмосферного увлажнения, характеризующийся повышенной среднемесячной температурой воздуха и невысоким количеством осадков. За три месяца первой половины тёплого периода их выпало всего около 105 мм, что на 20 мм меньше, чем во влажный цикл. Высокая температура воздуха и небольшое количество осадков летом способствовали интенсивному расходованию запасов почвенной влаги целинной растительностью.

Запасы общей влаги в чернозёме обыкновенном (целина) Новосибирского Приобья максимальны только ранней весной (табл. 3). Эта влага сконцентрирована, в основном, в верхнем полуметре; её запасы во 2-й декаде апреля составляли в среднем 140 мм. Иллювиальный и иллювиально-карбонатный горизонты (50–150 см) суммарно содержали столько же влаги, сколько вмещал гумусовый горизонт. Осадки второй половины тёплого периода (август–октябрь) оказывают очень малое влияние на пополнение запасов влаги в профиле целинных почв. Октябрьские осадки пополняют запасы влаги только в гумусовом слое чернозёмов.

Иллювиальный и иллювиально-карбонатный горизонты целины в нормальный цикл увлажнения тёплого периода «уходят» в зиму сильно иссушенными.

Таблица 3

Динамика запасов влаги и её дефицит от НВ в профиле чернозёмов различной степени эродированности Новосибирского Приобья, сухой цикл увлажнения, тёплый период 1985–1992 гг.

Слой, см	НВ, мм	Запасы / прибавка (+) или дефицит (–) влаги (мм) во второй декаде:			
		апреля	июня	августа	октября
Чернозёмы обыкновенные среднесуглинистые Неэродированные, целина, n = 8 (54°32'57,8" с.ш., 82°15'21,9" в.д.)					
0–30	89	97 / +8	71 / –18	52 / –37	81 / –8
30–50	60	42 / –18	37 / –22	41 / –19	51 / –9
50–100	120	70 / –50	78 / –42	66 / –54	54 / –66
100–150	109	68 / –41	72 / –37	68 / –41	67 / –42
0–150	378	277 / –101	258 / –120	227 / –151	253 / –125
Неэродированные, пашня, n = 8 (54°32'45,7" с.ш., 82°16'22,3" в.д.)					
0–30	92	105 / +13	63 / –29	52 / –40	80 / –12
30–50	54	51 / –3	35 / –19	27 / –27	32 / –22
50–100	111	87 / –24	68 / –43	60 / –51	62 / –49
100–150	107	86 / –21	62 / –45	65 / –42	67 / –40
0–150	364	329 / –35	228 / –136	204 / –160	241 / –123
Слабоэродированные, пашня, n = 8 (54°32'24,9" с.ш., 82°17'30,6" в.д.)					
0–30	93	110 / +17	71 / –22	55 / –38	80 / –13
30–50	53	45 / –8	46 / –7	32 / –21	44 / –9
50–100	104	82 / –22	105 / +1	72 / –32	86 / –18
100–150	100	84 / –16	103 / +3	95 / –5	84 / –16
0–150	350	321 / –29	325 / –25	254 / –96	294 / –56
Среднеэродированные, пашня, n = 8 (54°32'18,1" с.ш., 82°18'03,5" в.д.)					
0–30	85	92 / +7	51 / –34	44 / –41	70 / –15
30–50	54	32 / –23	31 / –23	25 / –29	34 / –20
50–100	100	69 / –31	68 / –32	55 / –45	61 / –39
100–150	105	63 / –42	72 / –33	67 / –38	72 / –33
0–150	344	256 / –89	222 / –122	191 / –153	237 / –107
Лугово-чернозёмная слабомытая почва, пашня, n = 8 (54°32'06,7" с.ш., 82°18'32" в.д.)					
0–30	100	122 / +22	103 / +3	94 / –6	118 / +18
30–50	60	80 / +20	63 / +3	62 / +2	73 / +13
50–100	115	155 / +40	127 / +12	124 / +9	132 / +17
100–150	125	140 / +15	122 / –3	120 / –5	126 / +1
0–150	400	497 / +97	415 / +15	400 / 0	449 / +49

Примечание.

НВ – наименьшая влагоёмкость. n – число повторностей.

Водный режим чернозёмов обыкновенных Новосибирского Приобья несколько отличается от режима чернозёмов выщелоченных Кузнецкой котловины. Среднесуглинистый гранулометрический состав чернозёмов обыкновенных, низкое содержание ила в его структуре определили сравнительно невысокую водоудерживающую способность данных почв.

Ранней весной запасы влаги в профиле неэродированных чернозёмов пашни на 50 мм превышают таковые целинного чернозёма. Благодаря осенней отвальной вспашке профиль неэродированного обыкновенного чернозёма ранней весной лучше увлажнен, чем целинный его аналог. Почвы в зиму «уходят» недонасыщенными влагой. Осенний её дефицит в метровом слое достигал 83 мм, а в полутораметровой толще – 123 мм.

Слабоэродированные чернозёмы, в отличие от неэродированных, характеризуются лучшей увлажненностью профиля в течение всего тёплого периода. Дефицит влаги во второй

декаде июня в профиле слабоэродированных почв в шесть раз, а во второй декаде августа – в полтора раза оказывается меньшим, чем в неэродированных почвах в те же сроки. Объяснения такому неординарному накоплению влаги в профиле слабоэродированных обыкновенных чернозёмов Приобья пока мы не находим.

Полутораметровый профиль среднеэродированных обыкновенных чернозёмов даже ранней весной сильнее иссушен, чем слабоэродированных. Выпавшие в первой половине тёплого периода (апрель–июнь) 172 мм жидких атмосферных осадков оказались недостаточными для ликвидации уже существующего дефицита влажности (122 мм), который к августу увеличился до 153 мм. Сентябрьские и октябрьские осадки были малочисленными и не в состоянии ликвидировать значительный дефицит влаги, достигающий 107 мм.

Запас влаги в профиле лугово-чернозёмной среднесуглинистой слаботорамытой почвы в течение всего тёплого периода превышал величину НВ.

Водный режим чернозёмов Предсалаирья (в пределах Новосибирской области). Изучение водного режима неэродированных и эродированных чернозёмов в тёплый период года проводилось после нормально снежного (1994–2012 гг.) и нормально влажного (1988–2012 гг.) циклов атмосферного увлажнения территории Предсалаирья (табл. 4).

Таблица 4

Динамика запасов влаги и её дефицит от НВ в профиле чернозёмов различной степени эродированности Новосибирского Предсалаирья, нормальный цикл атмосферного увлажнения в тёплый период (1994–2012 гг.)

Слой, см	НВ, мм	Запасы / прибавка (+) или дефицит (-) влаги (мм) во второй декаде:				
		апреля	июня	августа	октября	октябрь (2013–2019 гг.)
Чернозёмы выщелоченные тяжелосуглинистые						
Неэродированные, целина, n = 13 (55°01'54,0" с.ш., 83°51'29,2" в.д.)						
0–30	104	138 / +34	Не опр.	Не опр.	124 / +20	129 / +25
30–50	51	74 / +23	То же	То же	65 / +14	73 / +22
50–100	138	158 / +20	-«-	-«-	125 / -13	159 / +21
100–150	134	161 / +27	-«-	-«-	124 / -10	156 / +22
0–150	427	531 / +104	-«-	-«-	438 / +11	517 / +90
Неэродированные, пашня, n = 12 (55°02'07,4" с.ш., 83°51'33,2" в.д.)						
0–30	101	122 / +21	73 / -28	58 / -43	115 / +14	124 / +23
30–50	58	65 / +7	38 / -20	30 / -28	64 / +6	74 / +16
50–100	133	103 / -30	105 / -28	84 / -49	124 / -9	138 / +5
100–150	124	94 / -30	101 / -23	90 / -34	123 / -1	123 / -1
0–150	416	384 / -32	317 / -99	262 / -154	426 / +10	459 / +43
Слабоэродированные, пашня, n = 8 (55°01'44,9" с.ш., 83°50'47,5" в.д.)						
0–30	98	114 / +16	83 / -15	61 / -37	99 / +1	94 / -4
30–50	56	53 / -3	54 / -2	35 / -21	49 / -7	54 / -2
50–100	140	104 / -36	113 / -27	97 / -43	102 / -38	134 / -6
100–150	131	107 / -24	114 / -17	96 / -35	110 / -21	146 / +15
0–150	425	378 / -47	364 / -61	289 / -136	360 / -65	428 / +3
Сильноэродированные, залежь, n = 8 (55°01'37,0" с.ш., 83°50'35,4" в.д.)						
0–30	90	124 / +34	Не опр.	Не опр.	97 / +7	94 / +4
30–50	51	52 / +1	То же	То же	54 / +3	60 / +9
50–100	126	89 / -37	-«-	-«-	117 / -9	143 / +17
100–150	121	79 / -42	-«-	-«-	121 / 0	158 / +37
0–150	388	344 / -44	-«-	-«-	389 / +1	455 / +67

Примечание.

НВ – наименьшая влагоёмкость. n – число повторностей.

Характерная особенность водного режима почв этой территории состоит в том, что профиль целинного чернозёма хорошо увлажнён как ранней весной, так и в предзимье. Увлажнение гумусового горизонта неэродированных чернозёмов пашни, из-за отсутствия поверхностного и бокового внутриводного стока вод различного генезиса, ранней весной и поздней осенью на 20–30 мм превышает НВ (Танасиенко, 2003). Однако в июне–августе в этом же горизонте

возникает существенный (50–70 мм) дефицит влаги, обусловленный транспирацией и физическим испарением. Недонасыщенность влагой иллювиального и иллювиально-карбонатного горизонтов варьирует в пределах 30–40 мм.

Запасы влаги в профиле слабоэродированных чернозёмов Предсалаирья мало чем отличаются от таковых в неэродированных почвах. Обращает на себя внимание лишь довольно высокая осенняя иссушенность профиля слабоэродированных почв в сравнении с неэродированными. Вероятно, это может быть объяснено как большей инсоляцией поверхности склона юго-восточной экспозиции, так и редко происходящим поверхностным стоком дождевых вод.

Сильноэродированные чернозёмы на исследуемом участке более 15 лет находятся в залежном состоянии. Это оказало значительное влияние на аккумуляцию и расходование влаги почвенным профилем. Содержание влаги во второй декаде апреля на 35 мм превышало НВ. Дефицит влаги в иллювиальном и иллювиально-карбонатном горизонтах сильноэродированных почв на 20 мм превышал таковой в целинных и распаханых почвах.

Согласно нашим наблюдениям за осенними запасами почвенной влаги, в последние 10 лет (2013–2022 гг.) происходит трансформация водного режима чернозёмов лесостепной зоны Западной Сибири в сторону периодически промывного. Материалы табл. 4 свидетельствуют, что в профиле неэродированных целинных и распаханых чернозёмов, а также залежных почв, осенние запасы влаги на 90, 43 и 67 мм, соответственно, превышают НВ. Запасы влаги, практически соответствующие НВ, свойственны и слабоэродированным чернозёмам. Высокая осенняя увлажнённость почв катены в исследуемый период обусловлена увеличением поступления твёрдых и жидких атмосферных осадков и, пусть невысоким, но еще положительным температурам воздуха, что приводит к впитыванию атмосферных осадков.

Выпадающие в тёплый период года осадки в виде дождей, в зависимости от интенсивности выпадения, могут наносить значительный ущерб почвам в результате их миграции по склонам в виде поверхностного стока. Поэтому нельзя обойти вниманием процесс смыва почвы ливневыми водами. Ливневая эрозия – это скоротечный процесс, приуроченный к всплескам интенсивности жидких осадков. Поскольку ливни очень неравномерно распределяются на территории по слою осадков и интенсивности – могут на одном и том же участке выпадать в течение тёплого периода многократно, а могут в течение ряда лет не проливаться вовсе.

На юго-востоке Западной Сибири наибольшему смыву ливнями подвергаются чернозёмы парующих полей, занятых пропашными культурами и культурами сплошного сева, но на ранних стадиях развития растений, когда еще очень мала их почвозащитная роль (июнь – первая половина июля). В среднем смыв твёрдой фазы с чернозёмов выщелоченных слабоэродированных в период выпадения ливней составляет 4,6 т/га на склонах крутизной более 3° (табл. 5). С ростом уклона местности масса вынесенной почвы резко увеличивается и уже при крутизне 3–6° смыв достигает 14 т/га, а при 6–9° – 22 т/га (Танасиенко, 1992). Характерно, что на этих же почвах при тех же уклонах талые воды выносят в 3–4 раза меньше твёрдых частиц, чем при выпадении ливней.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что за 80-летний период наблюдения тренд количества осадков на юго-востоке Западной Сибири направлен в сторону увеличения. К каждому из ранее выделенных 25-летних циклов холодного периода были присоединены данные по увлажнению за тёплый период и полученные периоды были охарактеризованы как сухой, нормальный и влажный. Четвёртый цикл начался в 2013 г. и, вероятно, будет длиться до 2037 г., имея признаки очень влажного, так как в среднем за 2013–2020 гг. количество выпавших жидких атмосферных осадков в Кузнецкой котловине и Новосибирском Приобье в 1,26 раза превышало количество осадков, выпавших в нормальный цикл увлажнения территории юго-востока Западной Сибири.

2. Зона активного влагооборота в целинных чернозёмах юго-востока Западной Сибири ограничивается 120-сантиметровой толщиной, хотя зона активного иссушения не опускается ниже 60 см. В нормальные по увлажнению годы зона активного иссушения вообще не возникала, либо её существование ограничивалось коротким периодом. Во влажные годы эта зона частично или полностью замещается зоной менее интенсивного иссушения (70–80% от НВ).

Таблица 5

Сток ливневых вод и смыв твёрдой фазы чернозёмов разной степени эродированности

Культура	Месяц	Степень эродированности	Крутизна склона, град	Количество осадков, мм	Интенсивность ливня, мм/мин	Слой стока, мм	Смыв почвы, т/га
Чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый. Кузнецкая котловина							
Пшеница	VII	Слабая	2–3	41,0	1,3	Не опр.*	1,8
	VII	Средняя	3–6	25,6	1,5	15,3	1,9
	VIII	То же	3–6	30,0	1,0	18,5	2,2
Овес	VI	Слабая	2–3	36,0	1,5	Не опр.*	6,2
	VI	Средняя	3–6	36,0	1,5	То же*	9,7
	VI	Сильная	6–9	36,0	1,5	–«–*	12,5
Кукуруза	VI	Слабая	2–3	36,0	1,0	19,5	1,5
	VII	Слабая	2–3	38,5	1,1	–«–*	5,1
	VII	Средняя	3–6	17,0	1,3	9,0	1,2
	VII	Средняя	3–6	38,5	1,1	16,0	2,9
	VIII	Средняя	3–6	19,0	1,2	10,0	1,7
	VII	Сильная	6–9	38,5	1,1	Не опр.*	13,3
Без культуры	V	Слабая	2–3	25,0	1,2	–«–*	5,3
	V	Средняя	3–6	25,0	1,2	–«–*	9,1
	V	Средняя	3–6	41,0	1,3	–«–*	23,5
	VIII	Сильная	6–9	25,0	1,2	–«–*	15,6
	VIII	Сильная	6–9	41,0	1,3	–«–*	46,7
Чернозём оподзоленный среднесуглинистый. Предсалаирье							
Пшеница	VI	Слабая	1	40,0	2,0	32,0	12,5
	VI	Средняя	1–3	40,0	2,0	32,0	50,0

Примечание.

*Учёт твёрдого стока проводили методом объёма водоройн.

3. Недонасыщенность влагой почвенного профиля распаханых незэродированных чернозёмов весной, редкие и незначительные по количеству осадков дожди первой половины тёплого периода, высокая температура воздуха в это же время привели к существенным расходам почвенной влаги. Её запасы к середине июня в гумусовом горизонте (слой 0–50 см) на 53 мм, а в слое 50–100 см (в иллювиальном горизонте) на 55 мм были меньше НВ. Минимальными потерями почвенной влаги характеризовался третий полуметр чернозёмов пашни – 22 мм. Дожди второй половины тёплого периода не повлияли на водный режим чернозёма пашни.

4. На иссушение профиля слабоэродированных чернозёмов существенное влияние оказывает экспозиция склона. Эти чернозёмы распространены в основном на склонах южной ориентации. В результате повышенного прихода солнечной энергии на эти склоны увеличивается физическое испарение влаги и её транспирация возделываемыми культурами. Поэтому почвы склонов начинают раньше испытывать недостаток влаги, чем чернозёмы плакоров. Лучшее увлажнение присуще почвам юго-западной экспозиции, дефицит влаги в которых в среднем равен 75 мм против 112 мм, характерных для профиля почв юго-восточной экспозиции; активным влагооборотом охвачена лишь метровая толща.

5. Во влажном цикле атмосферного увлажнения территории Предсалаирья в 1,5-метровой толще целинного чернозёма осенние запасы влаги на 80 мм, в профиле незэродированного чернозёма пашни – на 30 мм, в слабоэродированной почве – почти на 70 мм больше, чем в тех же чернозёмах в нормальном цикле атмосферного увлажнения. Это ещё раз подтверждает нашу гипотезу о вероятной трансформации непромывного типа водного режима чернозёмов юго-востока Западной Сибири в периодически промывной.

6. Смыв почвы ливневыми водами в 2–3 раза превышает отчуждение почвенного материала тальми водами, что объясняется большой интенсивностью выпадающих осадков за единицу времени.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена по государственному заданию Института почвоведения и агрохимии (ИПА) СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (проект № 121031700316-9).

ЛИТЕРАТУРА

Акентьева Л.И. Водный режим черноземов обыкновенных под сельскохозяйственными культурами в Ворошиловградской области // Почвоведение. 1971. № 6. С. 69–79.

Афанасьева Е.А. Черноземы Средне-Русской возвышенности. Москва: Наука, 1966. 224 с.

Базыкина Г.С., Извеков А.С., Жданов С.Г. Водный режим и продуктивность предкавказских агрочерноземов обыкновенных в период аномальных погодных условий 2007–2013 гг. // Почвоведение. 2015. № 3. С. 296–307.

Базыкина Г.С., Овечкин С.В. Влияние цикличности климата на водный режим и карбонатный профиль черноземов центра европейской части России и сопредельных территорий // Почвоведение. 2016. № 4. С. 475–488.

Большаков А.Ф. Водный режим мощных черноземов Средне-Русской возвышенности. Москва: Изд-во АН СССР, 1961. 200 с.

Бялый А.М. Водный режим в севообороте на черноземных почвах юго-востока. Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. 232 с.

Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. Москва: Высшая школа, 1973. 393 с.

Вильямс В.Р. Основные черты влияния элементов рельефа на водный режим // Собрание сочинений. Москва: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1950. Т. 5. С. 296–310.

Герцык В.В. Водный режим черноземных почв на склонах разной экспозиции // Почвоведение 1966. № 6. С. 37–47.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году. Москва, 2020. 206 с.

Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2020 году. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 384 с.

Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь // Избранные сочинения. Москва: Сельхозгиз. 1954. 708 с.

Заславский М.Н. Эрозия почв. Москва: Мысль, 1979. 255 с.

Журавлев М.З. Водный режим черноземов лесостепи Западной Сибири // Труды института. Омск: СХИ, 1959. Т. 34. 142 с.

Измаильский А.А. Как высохла наша степь. Москва, Ленинград: Сельхозгиз, 1937. 75 с.

Каретин Л.Н. Черноземные и луговые почвы Тобол-Ишимского междуречья. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1982. 294 с.

Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. Москва: Изд-во АН СССР, 1958. 191 с.

Климатологический справочник СССР. Ленинград: Гидрометеиздат, 1962. Вып. 20. Ч. 7, 8. 395 с.

Кузнецов М.С., Демидов В.В. Эрозия почв лесостепной зоны центральной России: моделирование, предупреждение и экологические последствия. Москва: Изд-во ПОЛТЕЛС, 2002. 184 с.

Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. Москва: Мысль, 1974. 448 с.

Метеорологический ежемесячник. Новосибирск. 1961–1990. Вып. 20. Ч. 2. № 1–12.

Орлов А.В. Эрозия и эрозионно-опасные земли Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. 208с.

Полынов Б.Б. Учение о ландшафтах // Вопросы географии. 1953. № 33. С. 30–45.

Расписание Погоды. [Электронный ресурс]. URL: <https://rp5.ru/> (дата обращения 20.10.2023).

Роде А.А. Многолетняя изменчивость атмосферных осадков и элементов водного баланса почв // Вопросы водного режима почв. Ленинград: Гидрометеиздат. 1978. С. 3–129.

Специализированные массивы для климатических исследований. [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (дата обращения 24.02.2020).

Справочник по климату СССР. Новосибирск, 1977. Ч. 2. Вып. 20. Кн. 1. 472 с.

Танасиенко А.А. Эродированные черноземы юга Западной Сибири. Новосибирск: Сибирская издательская фирма, 1992. 152 с.

Танасиенко А.А. Специфика эрозии почв в Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 176 с.

Танасиенко А.А., Чумбаев А.С., Якутина О.П., Филимонова Д.А. Весенний дефицит влаги в профиле эродированных черноземов в зависимости от увлажнения территории юго-востока Западной Сибири // Почвоведение. 2019. № 8. С. 935–945. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0032180X19080148>.

Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2009а. 349 с.

Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Черноземы Новосибирской области, проблемы, проблемы их рационального использования и охраны // Сибирский экологический журнал. 2009б. Т. 16. № 2. С. 151–154.

Черемисинов Г.А. Эродированные почвы и их продуктивное использование. Москва: Колос, 1968. 215 с.

Чумбаев А.С., Танасиенко А.А., Миллер Г.Ф., Соловьев С.В. Изменение климатических характеристик холодного периода гидрологического года юго-востока Западной Сибири и его влияние на глубину промерзания почв региона // Почвы и окружающая среда. 2020. Т. 3. № 3. e117. DOI: <https://doi.org/10.31251/pos.v3i3.117>.

Швебс Г.И. Влияние экспозиции склона на запасы влаги в почве // Труды института СГМИ. Одесса, 1960. Вып. 22. С. 49–57.

Шикула Н.К. Водно-физические свойства эродированных почв Донбасса // Почвоведение. 1962. № 2. С. 96–104.

Шурикова В.И. Плодородие почв, подверженных водной эрозии, и пути его повышения: Обзор. Информ. Москва: ВАСХНИЛ, 1981. 42 с.

Поступила в редакцию 21.11.2023

Принята 30.12.2023

Опубликована 30.12.2023

Сведения об авторах:

Танасиенко Анатолий Алексеевич – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); tanasienko@issa-siberia.ru

Чумбаев Александр Сергеевич – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); chumbaev@issa-siberia.ru

Миллер Герман Федорович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); miller_1981_gf@mail.ru

Соловьев Сергей Викторович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); solovyev@issa-siberia.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DYNAMICS OF SUMMER MOISTURE RESERVES IN THE PROFILE OF NON-ERODED AND ERODED CHERNOZEMS IN THE SOUTHEAST OF WEST SIBERIA

© 2023 A. A. Tanasienko , A. S. Chumbaev , G. F. Miller , S. V. Solovyev 

Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Lavrentieva 8/2, Novosibirsk, Russia. E-mail: chumbaev@issa-siberia.ru

The aim of the study. *To identify the presence and causes of summer moisture deficit in the profile of non-eroded and eroded soils against the background of multi-year increase in moisture content in the southeast of West Siberia.*

Location and time of the study. *The water regime of Protocalcic Chernozems (Siltic) of the Kuznetsk Basin (1968-1979), Calcic Chernozems (Siltic) of the Priobie (1984–1993), Protocalcic Chernozems (Siltic) of the Predsalaire (1995 and up to the present time) under virgin vegetation and water regime changes as a result of tillage and erosion processes is considered.*

Methods. *Soil moisture content of each 10-cm layer to a depth of 150 cm was investigated. Under laboratory conditions, the thermostat-weight method was used to determine the moisture content of the samples. Data about the precipitation and warm period air temperature were obtained from climate reference books, Internet weather archives and authors' observations at key study sites.*

Results. *It was established that in early spring (April) moisture reserves in the 0-1,5-m of the virgin chernozem profile were 50 mm less than in the arable chernozem. This difference in moisture reserves was maintained during the entire summer. But by mid-October the difference in moisture reserves between the non-eroded chernozems disappeared. The replenishment of soil moisture reserves was negatively influenced by the surface runoff of storm water. Therefore, the profile of these chernozems was under-saturated with moisture. Its spring deficit in the 0–1,5 m of soil profiles located on the slope of southeastern and southwestern exposition was approximately the same (58 and 48 mm, respectively), and in June the profile of the arable weakly eroded chernozem located on the southeastern slope was more dried up (moisture deficit of 101 and 48 mm, respectively).*

Conclusions. *The moisture deficit in the arable non-eroded chernozem profiles in spring, together with sparse precipitation in the first half of the warm period combined with high air temperature markedly decreases soil moisture, bringing its deficit by August during the dry and regular hydrological cycles. The last 10 years (2013–2022) saw the tendency of the non-leaching moisture regime type of the Cis-Salaire chernozems being transformed into intermittently leaching type due to increased early autumn precipitation and air temperature.*

Key words: *solid and liquid atmospheric precipitation; soil moisture reserve; cycles of atmospheric moistening; chernozems of West Siberia.*

How to cite: *Tanasienko A.A., Chumbaev A.S., Miller G.F., Solovyev S.V. Dynamics of summer moisture reserves in the profile of non-eroded and eroded chernozems in the southeast of West Siberia // The Journal of Soils and Environment. 2023. 6(4). e232. DOI: [10.31251/pos.v6i4.232](https://doi.org/10.31251/pos.v6i4.232). (in Russian with English abstract).*

FUNDING

The study was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, project No. 121031700316-9.

REFERENCES

- Akentieva L.I. Water regime of ordinary chernozems under agricultural crops in Voroshilovgrad region. *Pochvovedenie*. 1971. No. 6. P. 69–79. (in Russian).
- Afanasyeva E.A. Chernozems of the Middle Russian Upland. Moscow: Nauka Publ., 1966. 224 p. (in Russian).
- Bazykina G.S., Izvekova A.S., Zhdanov S.G. Water regime and productivity of pre-Caucasian agrochernozem ordinary soils in the period of abnormal weather conditions 2007–2013. *Pochvovedenie*. 2015. No. 3. P. 296–307. (in Russian).
- Bazykina G.S., Ovechkin S.V. Influence of climate cyclicity on the water regime and carbonate profile of chernozems in the center of the European part of Russia and adjacent territories. *Pochvovedenie*. 2016. No. 4. P. 475–488. (in Russian).

- Bolshakov A.F. Water regime of thick chernozems of the Middle Russian Upland. Moscow: AS USSR Publ., 1961. 200 p. (in Russian).
- Byaly A.M. Water regime in crop rotation on chernozem soils of the South-East. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1971. 232 p. (in Russian).
- Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods of research of physical properties of soils and soils. Moscow: Higher School, 1973. 393 p. (in Russian).
- Williams V.R. Main features of the influence of relief elements on water regime. Collected Works. Moscow: State Publishing House of Agricultural Literature, 1950. Vol. 5. P. 296–310. (in Russian).
- Gertsyk V.V. Water regime of chernozem soils on slopes of different exposure. Pochvovedenie. 1966. No. 6. P. 37–47. (in Russian).
- State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2019. Moscow, 2020. 206 p. (in Russian).
- Report on the state and use of agricultural lands of the Russian Federation in 2020. Moscow: FGBNU "Rosinformagroteh", 2022. 384 p. (in Russian).
- Dokuchaev V.V. Our steppes before and now. Selected Works. Moscow: Selkhozgiz. 1954. 708 p. (in Russian).
- Zaslavsky M.N. Soil erosion. Moscow: Mysl Publ., 1979. 255 p. (in Russian).
- Zhuravlev M.Z. Water regime of chernozems in the forest-steppe of Western Siberia. Proceedings of the Institute. Omsk: Agricultural Institute, 1959. Vol. 34. 142 p. (in Russian).
- Izmailsky A.A. How our steppe dried up. Moscow, Leningrad: Selkhozgiz, 1937. 75 p. (in Russian).
- Karetin L.N. Black earth and meadow soils of the Tobol-Ishim interfluve. Novosibirsk: Nauka Publ., Siberian Branch, 1982. 294 p. (in Russian).
- Kachinsky N.A. Mechanical and microaggregate composition of soil, methods of its study. Moscow: AS USSR, 1958. 191 p. (in Russian).
- Climatological reference book of the USSR. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1962. Vol. 20. No. 7, 8. 395 p. (in Russian).
- Kuznetsov M.S., Demidov V.V. Soil erosion in the forest-steppe zone of central Russia: modeling, prevention and ecological consequences. Moscow: POLTELS Publishing House, 2002. 184 p. (in Russian).
- Lvovich M.I. World water resources and their future. Moscow: Mysl Publ., 1974. 448 p. (in Russian).
- Meteorological Monthly. Novosibirsk. 1961–1990. Vol. 20. Part. 2. No. 1–12. (in Russian).
- Orlov A.V. Erosion and erosion-hazardous lands in Western Siberia. Novosibirsk: Nauka, 1983. 208 p. (in Russian).
- Polynov B.B. The doctrine of landscapes. Voprosy geografii. 1953. No. 33. P. 30–45. (in Russian).
- Weather Schedule. <https://rp5.ru/> (accessed on 20.10.2023). (in Russian).
- Rohde A.A. Multiyear variability of atmospheric precipitation and elements of soil water balance. Issues of soil water regime. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1978. P. 3–129. (in Russian).
- Specialized arrays for climate research. <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (accessed on 24.02.2020). (in Russian).
- Handbook on the climate of the USSR. Novosibirsk, 1977. Part 2. Vol. 20. Book 1. 472 p. (in Russian).
- Tanasienko A.A. Eroded chernozems in the south of Western Siberia. Novosibirsk: Siberian Publishing Company, 1992. 152 p. (in Russian).
- Tanasienko A.A. Erosion in Siberian Soils. Novosibirsk: SB RAS, 2003. 176 p. (in Russian).
- Tanasienko A.A., Chumbaev A.S., Yakutina O.P., Filimonova D.A. The impact of climatic humidity of the southeastern part of Western Siberia on spring deficit of moisture in the profiles of eroded chernozems. Eurasian Soil Science. 2019. Vol. 52. No. 8. P. 935–944. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229319080143>.
- Khmelev V.A., Tanasienko A.A. Land resources of the Novosibirsk region and ways of their rational use. Novosibirsk: SB RAS, 2009a. 349 p. (in Russian).
- Khmelev V.A., Tanasienko A.A. Black earths of Novosibirsk region, problems, problems of their rational use and protection. Sibirskij ekologicheskij zhurnal. 2009b. Vol. 16. No. 2. P. 151–154. (in Russian).
- Cheremisinov G.A. Eroded soils and their productive utilization. Moscow: Kolos Publ., 1968. 215 p. (in Russian).

Chumbaev A.S., Tanasienko A.A., Miller G.F., Solovev S.V. Change in climatic characteristics of the cold period of the hydrological year in the south-east of Western Siberia. The Journal of Soils and Environment. 2020. Vol. 3. No. 3. e117. DOI: <https://doi.org/10.31251/pos.v3i3.117>. (in Russian).

Shwebs G.I. Influence of slope exposure on soil moisture reserves. Proceedings of the Institute of SSMI. Odessa, 1960. Iss. 22. P. 49–57. (in Russian).

Shikula N.K. Water-physical properties of eroded soils of Donbass. Pochvovedenie. 1962. No. 2. P. 96–104. (in Russian).

Shurikova V.I. Fertility of soils subjected to water erosion and ways to increase it: Review. Inform. Moscow: VASHNIL, 1981. 42 p. (in Russian).

Received 21 November 2023

Accepted 30 December 2023

Published 30 December 2023

About the authors:

Tanasienko Anatoly Alekseevich – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher in the Laboratory of Soil-Physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); tanasienko@issa-siberia.ru

Chumbaev Alexander Sergeevich – Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory in the Laboratory of Soil-Physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); chumbaev@issa-siberia.ru

Miller German Fedorovich – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher in the Laboratory of Soil-Physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); miller_1981_gf@mail.ru

Solovyev Sergey Viktorovich – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher in the Laboratory of Soil-Physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); solovyev@issa-siberia.ru

The authors read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)