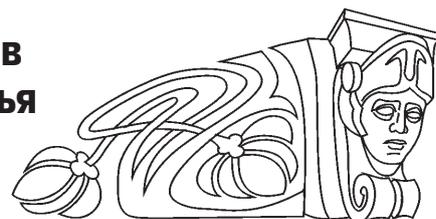




УДК. 631.92

## Мониторинг деградационных процессов на склоновых агроландшафтах Поволжья

Н. М. Жолинский, В. А. Тарбаев, А. В. Молочко, А. А. Аркадьева



Жолинский Николай Михайлович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока, Саратов, zholinskiy@yandex.ru

Тарбаев Владимир Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой «Землеустройство и кадастры», Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, tarbaev1@mail.ru

Молочко Анна Вячеславовна, кандидат географических наук, заведующий кафедрой экономической и социальной географии, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, farik26@yandex.ru

Аркадьева Алёна Александровна, аспирант кафедры «Землеустройство и кадастры», Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, alenkajj@inbox.ru

Определено влияние изменения климатических условий на эрозионные процессы в склоновых агроландшафтах. Приведены многолетние данные (1971–2017 гг.) о влиянии почвозащитных приемов основной обработки почвы на запасы воды в снеге, сток талых вод, смыв почвы в условиях изменяющегося климата. Установлено, что рост температуры воздуха, уменьшение глубины промерзания почвы привели к сокращению потерь талой воды на сток и снижению эрозии.

**Ключевые слова:** водная эрозия почвы, почвозащитная обработка почвы, запасы воды в снеге, сток талых вод, смыв почвы.

### Monitoring of Degradation Processes on Slope Agrolandscapes of Povolzhie Region

N. M. Zholinskiy, V. A. Tarbaev, A. V. Molochko, A. A. Arkadieva

Nikolay M. Zholinskiy, <https://orcid.org/0000-0002-4554-308X>, Agricultural Research Institute for South-East Region (ARISER), 7 Tulaykova St., Saratov 410000, Russia, zholinskiy@yandex.ru

Vladimir A. Tarbaev, <https://orcid.org/0000-0002-0388-7706>, Saratov State Agrarian University, 1 Teatralnaya Square, Saratov 410012, Russia, tarbaev1@mail.ru

Anna V. Molochko, <https://orcid.org/0000-0003-4877-207X>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, farik26@yandex.ru

Alena A. Arkadieva, <https://orcid.org/0000-0003-4693-2295>, Saratov State Agrarian University, 1 Teatralnaya Square, Saratov 410012, Russia, alenkajj@inbox.ru

The influence of climate change on erosion processes in slope agricultural landscapes is determined. Long-term data (1971–2017) on

the study of soil protection methods of the main tillage and their impact on water reserves in snow, melt water runoff, soil washout in the changing climate are presented. It was found that the increase of air temperature, the decrease in the depth of soil freezing led to a reduction in the loss of melt water to runoff and a reduction of erosion.

**Keywords:** water erosion of soil, soil tillage, water reserves in snow, melt water runoff, the erosion of the soil.

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-2-79-82>

### Актуальность

Проблема современного изменения климата, проявляющаяся в последние годы на территории Саратовской области и обусловленная глобальным потеплением, оказывает определенное влияние на эрозионные процессы, формирующиеся на пашне агроландшафтов. По данным исследований Н. Г. Левицкой [1], во всех почвенно-климатических зонах региона наблюдается рост среднегодовой температуры воздуха, характерной особенностью зим стала меньшая глубина промерзания почвы с регулярными оттепелями, а в летний период участились осадки ливневого характера. Это, в свою очередь, отражается на условиях формирования и показателях стока талых вод и смыва почвы. Соответственно, изменяется и эффективность приемов и способов защиты почв от эрозионных процессов.

### Цели, задачи и методика исследований

Цель исследований – анализ основных показателей, отражающих развитие эрозионных процессов на пашне склоновых агроландшафтов при различных приемах ее основной обработки, полученных в стационарном опыте за многолетний период наблюдений.

Для установления влияния изменения климата на процессы эрозии при различных приемах основной обработки почвы были проанализированы многолетние данные, полученные в стационарном опыте «НИИСХ Юго-Востока», и построены тренды отклонения запасов воды в снеге, стока талых вод и смыва почвы от среднемноголетних значений за период с 1971 по 2017 г. Оценка достоверности линейных трендов проводилась по критерию Стьюдента на 5%-ном уровне значимости. Стационарный опыт располагался на склоне южной экспозиции с участками крутизной 1–3° и 3–5°, почва – чернозем южный слабо- и средне-смывтый. Опыт включал следующие варианты



приемов основной обработки почвы: вспашка на 20–22 см, гребнекулисная обработка на 20–22 см, плоскорезное рыхление на 20–22 см и 10–12 см. Повторность опыта четырехкратная с рендомизированным расположением делянок.

Замер высоты снегового покрова и определение запасов воды в нем проводились перед снеготаянием. Определение высоты снега осуществлялось на каждой стоковой площадке по вариантам опыта. Плотность снега определялась с помощью снегомера-плотномера (ВС-43). Сток талых вод учитывался по стоково-балансовому методу путем замера высоты напора воды в водосливе [2]. Смыв почвы определялся методом «водороин» [3].

### Результаты и их обсуждение

Величина снегового покрова в определенной степени влияет на интенсивность эрозионных процессов на пашне склонов. При анализе линейных трендов отклонения запасов воды в снеге от среднееголетних значений не установлено существенного изменения данного показателя за период исследований с 1971 по 2017 г.

Наблюдения за снегонакоплением на пашне склоновых агроландшафтов показали, что высота снегового покрова и запасы воды в нем изменяются в зависимости от уклона поверхности и от способа основной обработки почвы.

В среднем за период с 1971 по 2017 г. абсолютные величины запасов воды в снеге на пологом склоне 1–3° составили 65–72 мм, что выше на 15%, чем на склоне с большей (3–5°) крутизной (55–62 мм).

Применение приемов противозерозионной обработки почвы позволило улучшить снегонакопление на зяби. Локальное и поверхностное размещение пожнивных остатков при гребнекулисной обработке и плоскорезном рыхлении почвы обеспечивало лучшее накопление запасов воды в снеге (на 10%) по сравнению со вспашкой как на крутом, так и на пологом склонах.

Изменение климатических условий отразилось на величине стока талых вод. Линейные тренды отклонений стока талых вод от среднееголетних значений, построенные по полученным за многолетний период наблюдений данным по всем вариантам основной обработки почвы, свидетельствуют о тенденции сокращения стока (рис. 1). Анализ рассчитанных уравнений линейной регрессии показал, что наибольшее сокращение значений стока талых вод на склоне крутизной 1–3° отмечается по мелкому плоскорезному рыхлению – 0,12 мм/год. При применении отвальной вспашки, гребнекулисной и плоскорезной обработки на 20–22 см расчетные ежегодные потери талой воды на сток за исследуемый период уменьшались незначительно.

На склоне крутизной 3–5° сокращение стока талых вод проявлялось в значительной степени. Наибольшие расчетные значения ежегодного сокращения потерь талой воды на сток, установленные на основании линейных уравнений, отмечены по мелкому плоскорезному рыхлению – 0,27 мм/год. По вспашке, гребнекулисной и плоскорезной обработке на 20–22 см сток талых вод снижался на 0,11–0,14 мм в год.

Сократилось количество лет, в которые отмечалось формирование стока талых вод. Если

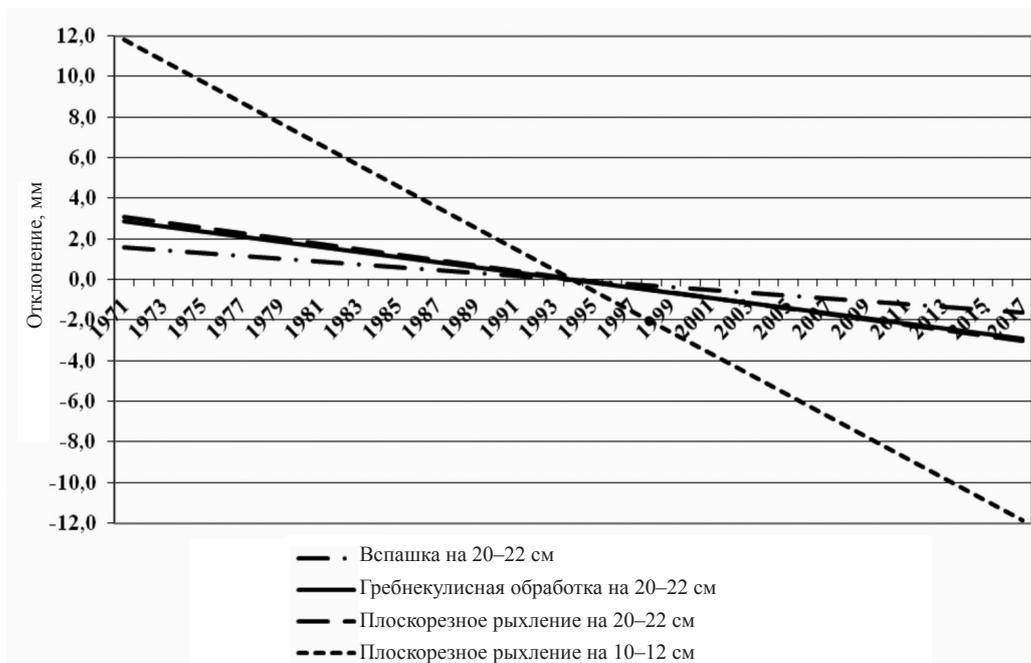


Рис. 1. Линейные тренды отклонения стока талых вод от среднееголетних значений на склоне 1–3° (1971–2017 гг.)



из общего количества лет наблюдений до 1995 г. доля лет со стоком составляла 68%, то после 1995 г. формирование стока отмечалось в 52% лет наблюдений в зависимости от способа основной обработки.

В среднем за весь период исследований (1971–2017 гг.) абсолютные показатели стока талых вод на склоне крутизной 3–5° были на 38% меньше, чем на склоне 1–3° (рис. 2), что объясняется меньшими запасами воды в снеге

перед началом снеготаяния. На основании данных корреляционного анализа установлена средняя зависимость ( $r = 0,64 \pm 0,06$ ) уровня стока талых вод от запасов воды в снеге. Согласно коэффициенту детерминации ( $d_{yx} = 0,64^2 = 0,41$ ), примерно 41% изменения значений стока талых вод обусловлен изменением в запасе воды в снеге.

Сток талых вод изменялся и в зависимости от применяемых способов основной обработки почвы. При гребнекулисной обработке почвы

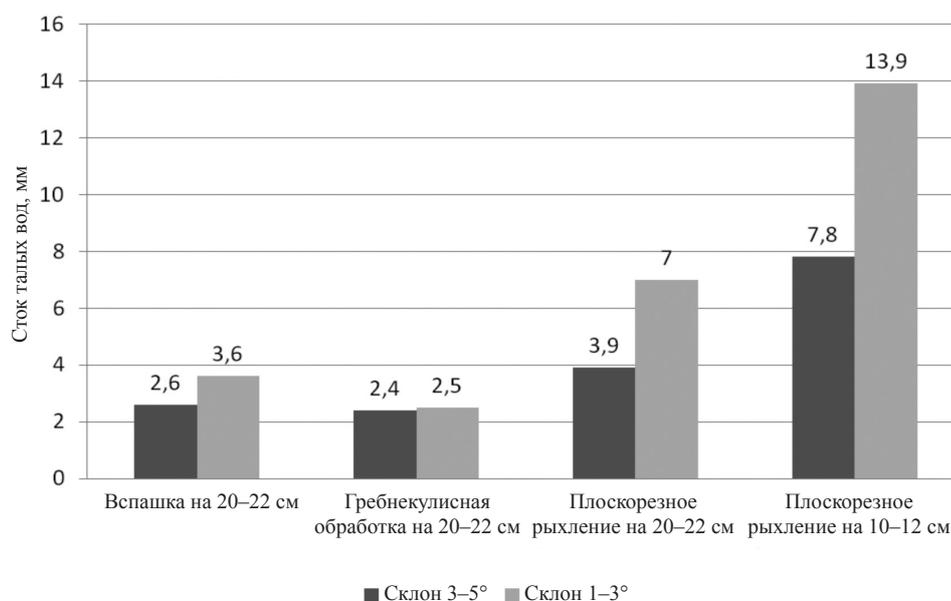


Рис. 2. Сток талых вод в зависимости от способов основной обработки почвы, мм (1971–2017 гг.)

локально размещенные в верхней трети пахотного слоя стерневые остатки повышали водопроницаемость мерзлой почвы. В результате потеря талой воды снижалась на крутом склоне на 8% и на пологом – на 30% по сравнению со вспашкой. Слабая водопроницаемость почвы на участках с глубоким и мелким рыхлением не обеспечивала достаточного впитывания талой воды, что приводило к увеличению стока. Сток талой воды на склоне крутизной 3–5° по глубокому рыхлению был в 1,5 раза, по мелкому – в 3 раза выше относительно вспашки, а на склоне 1–3° – в 3 и 3,9 раза соответственно.

Снижение потерь талой воды на сток привело к ослаблению эрозионных процессов и, соответственно, уменьшению смыва почвы, о чем свидетельствуют линейные тренды отклонения смыва почвы от среднеголетних значений (рис. 3).

В зависимости от способа основной обработки уменьшение потерь почвы от водной эрозии составило на крутом склоне (3–5°) 0,05–0,09 т/год, на пологом склоне (1–3°) – 0,05–0,12 т/год. Наибольшее снижение смыва почвы – 0,09 и 0,12 т/год – наблюдалось при плоскорезной обработке на глубину 10–12 см. При гребнекулисной обработке, вспашке и плоскорезном рыхлении почвы на глубину 20–22 см смыв мелкозема сокращался с интенсивностью 0,05–0,09 т/год.

Проведенные многолетние исследования в стационарном опыте позволили установить, что из изучаемых способов основной обработки почвы лучший противозерозионный эффект наблюдался при применении гребнекулисной обработки (рис. 4). Локально размещенные кулисы аккумулировали смываемый талыми водами мелкозем, в результате потери почвы составили 0,6–0,7 т/га, что на 33–42% ниже, чем при вспашке.

Плоскорезное рыхление на 20–22 см средне-смытой почвы за счет поверхностно размещенных пожнивных остатков обеспечивало снижение эрозии на 22% относительно вспашки. На слабо-смытой почве при увеличении стока противозерозионная эффективность плоскорезного рыхления снижалась, потери почвы в результате водной эрозии были на одном уровне с контролем. При мелком плоскорезном рыхлении, формирующем более плотное сложение пахотного горизонта, уменьшалась инфильтрационная способность почвы, что снижало противозерозионную эффективность приема обработки, и смыв увеличивался на 22–50% относительно вспашки.

## Выводы

Таким образом, результаты проведенных исследований за 1971–2017 гг. свидетельствуют

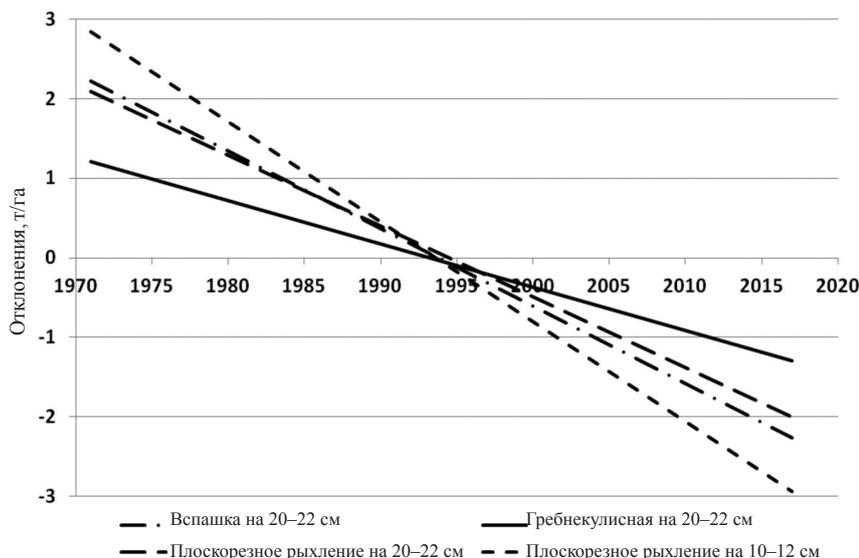


Рис. 3. Линейные тренды отклонения смыва почвы от среднемноголетних значений на склоне 1–3°, (1971–2017 гг.)

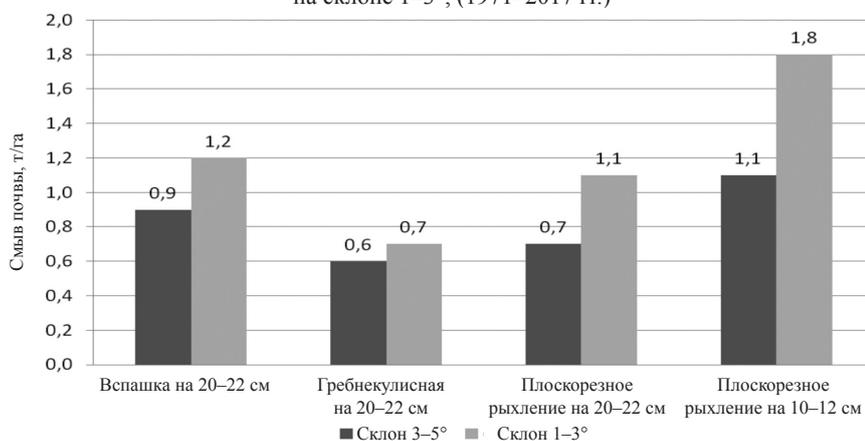


Рис. 4. Смыв почвы в зависимости от способов основной обработки почвы (1971–2017 гг.)

о том, что наблюдаемое изменение климатических условий оказало определенное влияние на экологические условия в агроландшафтах.

Рост среднегодовой температуры воздуха, меньшая глубина промерзания почвы зимой привели к сокращению эрозионных процессов на пашне склоновых агроландшафтов.

Применение почвозащитных приемов основной обработки позволяет повысить накопление снега на пашне на 10%, сократить до 30% сток талых вод и на 33–42% смыв почвы относительно отвальной вспашки.

#### Библиографический список

1. Левицкая Н. Г., Шаталова О. В., Иванова Г. Ф. Осадки и водный режим почв Саратовской области в условиях современного изменения климата // Основы рационального природопользования. Саратов : Саратовский государственный аграрный университет, 2007. С. 133–138.
2. Соколов С. С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними : в 2 т. Т. 2. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. 360 с.
3. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней. Л. : Гидрометеиздат, 1976. 263 с.

#### Образец для цитирования:

Жолинский Н. М., Тарбаев В. А., Молочко А. В., Аркадьева А. А. Мониторинг деградационных процессов на склоновых агроландшафтах Поволжья // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2019. Т. 19, вып. 2. С. 79–82. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-2-79-82>

#### Cite this article as:

Zholinskiy N. M., Tarbaev V. A., Molochko A. V., Arkadieva A. A. Monitoring of Degradation Processes on Slope Agrolandscapes of Povolzhie Region. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2019, vol. 19, iss. 2, pp. 79–82 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-2-79-82>