

УДК 631.4:551.5

DOI: 10.31774/2222-1816-2020-4-88-102

**Е. В. Полуэктов**

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

**Г. Т. Балакай**

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЮГЕ РОССИИ НА СТОК ТАЛЫХ ВОД**

**Цель:** обобщение и анализ многолетних наблюдений за изменением климатических показателей и величины поверхностного стока талых вод и изучение их влияния на эрозию почвы на примере Ростовской области. Задачи исследований: провести анализ глобальных и региональных изменений климата в Ростовской области с 1936 по 2019 г., определить закономерности влияния изменений климата на поверхностный сток и эрозию почвы (по многолетним полевым наблюдениям с 1970 по 2020 г.).

**Методы:** наблюдения за поверхностным стоком проводились на стоковых площадках по общепринятым методикам, при обобщении и анализе полученных данных использованы методы математического анализа и статистики. **Результаты.** Анализ показал, что за период с 1936 по 2019 г. среднегодовая температура по Ростовской области повысилась в среднем на 1,9 °С, сумма осадков увеличилась в среднем на 148 мм, но выросла неравномерность их выпадения по месяцам, и только в августе наблюдается закономерное снижение величины осадков на всех пунктах наблюдений. Это отразилось на глубине промерзания почвы, которая с 1970 по 1990 г. составляла в среднем 47,5 см, а с 2010 по 2020 г. уменьшилась до 19 см, т. е. почти в 2,5 раза. С 1970 по 1990 г. запас воды в снеге перед снеготаянием составлял 53,6 мм, с 1991 по 2009 г. – 43,4 мм, с 2010 по 2020 г. – 33,5 мм, т. е. произошло уменьшение по сравнению с первым периодом в 1,6 раза. **Выводы.** Учет стока талых вод за вышеуказанный период показал, что слой стока уменьшился с 19,0 до 4,2 мм, а вероятность его формирования составляет на рыхлой пашне 1 раз в 3 года, на уплотненной – 2 раза в 3 года. В соответствии с этим величина смыва почвы в период 1970–1990 гг. составляла 8,9 т/га, а в последнее десятилетие в 2 раза меньше – 4,2 т/га. Все эти данные должны учитываться при планировании системы почвозащитных мероприятий.

**Ключевые слова:** изменение климата; глубина промерзания; поверхностный сток талых вод; смыв почвы; эрозия.

**Ye. V. Poluektov**

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

**G. T. Balakay**

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

## **IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE MELT WATER RUNOFF IN THE SOUTH OF RUSSIA**



**Purpose:** generalization and analysis of long-term observations for climatic indicators changes and the surface melt water runoff value and study of their effect on soil erosion using the example of Rostov region. Research objectives: to analyze global and regional climate changes in Rostov region from 1936 to 2019, to determine the patterns of the climate change impact on surface runoff and soil erosion (based on long-term field observations from 1970 to 2020). **Methods:** observations for surface runoff were carried out at runoff sites according to generally accepted methods; the methods of mathematical analysis and statistics were used to summarize and analyze the data obtained. **Results.** The analysis showed that for the period from 1936 to 2019, the average annual temperature in Rostov region increased by an average of 1.9 °C, the amount of precipitation increased by an average of 148 mm, but the unevenness of their precipitation by months increased, and only in August there is a regular decrease in precipitation at all observation points. This was reflected in the depth of soil freezing, which averaged 47.5 cm from 1970 to 1990, and from 2010 to 2020 decreased to 19 cm, i. e., almost 2.5 times. From 1970 to 1990, the water reserve in the snow before snowmelt was 53.6 mm, from 1991 to 2009 – 43.4 mm, from 2010 to 2020 – 33.5 mm, i. e., there was a decrease in comparison with the first period by 1.6 times. **Conclusions.** Observation for the melt water runoff for the above period showed that the runoff layer decreased from 19.0 to 4.2 mm, and the probability of its formation is 1 time in 3 years on loose arable land, and 2 times in 3 years on compacted land. In accordance with this, the value of soil washout in the period 1970–1990 amounted to 8.9 t/ha, and in the last decade, 2 times less – 4.2 t/ha. All these data should be taken into account when planning the system of soil protection measures.

**Key words:** climate change; freezing depth; surface melt water runoff; soil losses; erosion.

**Введение.** О характере глобальных и региональных изменений климатических условий и их влиянии на эрозию почвы написано и говорится достаточно много как у нас в стране [1–5], так и за рубежом [6–9]. Такие данные по Ростовской области проанализированы Комитетом по охране окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области [3–5]. Согласно этому анализу, за период с 1936 по 2019 г. среднегодовая температура воздуха повысилась в среднем на 1,9 °C. Следует отметить, что начальные значения отличались по пунктам наблюдений. Самыми низкими на севере области они были в п. Чертково (6,2 °C) и максимальными на юго-западе в г. Таганроге (9,2 °C). К 2019 г. произошло увеличение температуры в среднем на 1,9 °C в п. Гигант, г. Цимлянске, п. Чертково. В г. Таганроге и в с. Ремонтном эти значения ниже (соответственно 1,10 и 1,45 °C).

Остальные температурные показатели в целом повторяют указанную тенденцию. При этом наблюдается ряд особенностей. Так, тренды средней температуры в мае, июне и июле указывают на стабильность температуры в данные месяцы. Исключение составляет г. Таганрог, для которого май

является месяцем с максимальным увеличением среднемесячной температуры. Наиболее четко выраженная тенденция роста среднемесячной температуры (на 3–4 °С) наблюдается в зимние месяцы.

Анализ перехода среднесуточной температуры через рубежи 0 и +8 °С показывает, что в целом эти изменения происходят в достаточно узком диапазоне. Первый только в октябре или ноябре, второй – в апреле-мае. Кривые перехода через температурный рубеж 0 и +8 °С указывают на то, что до 1990-х гг. данные критерии не отличались постоянством в г. Таганроге, Цимлянске, п. Гигант, с. Ремонтном. В настоящее время по этим пунктам наблюдается в разной степени выраженная тенденция к более раннему преодолению рубежа +8 °С (преимущественно в апреле) и более позднему преодолению рубежа 0 °С (чаще в ноябре). На севере области (п. Чертково) эти проявления менее выражены.

Анализ изменения суммы осадков за период 1936–2019 гг. указывает на тенденцию повышения количества осадков, выпадающих на территории области. При этом изначально меньше всего осадков выпадало на востоке области (с. Ремонтное) (по сравнению с г. Таганрогом разница 140 мм в год, с п. Гигант 100 мм в год). К 2019 г. сумма осадков за год увеличилась в среднем по области на 148 мм. Максимальный рост отмечен в г. Таганроге и п. Чертково (по 174 мм), минимальный – в п. Гигант (150 мм) и с. Ремонтном (147 мм). В результате разница между пунктом с максимальным количеством осадков (г. Таганрог) и минимальным (с. Ремонтное) увеличилась с 140 до 169 мм в год. При этом изменения суммы осадков по пунктам и месяцам происходили неравномерно. В целом на всех пунктах наблюдается рост среднемесячных объемов осадков в весенние месяцы и в июне, но величина этого роста имеет существенные различия и в территориальном, и во временном разрезе. При этом явно выраженных закономерностей таких изменений не выявлено. И только в конце лета (август) наблюдается снижение суммы осадков по всем пунктам за исключением г. Таганрога.

На основе анализа полученных данных были сделаны предварительные выводы об изменении климатических условий на юге России на примере Ростовской области с 1936 по 2019 г.: повсеместно наблюдается увеличение средней температуры воздуха на 1,9 °С, во всех основных природных зонах наблюдается увеличение количества осадков (в среднем по области на 148 мм), но в большей степени в южной и северо-западной части области.

**Материалы и методы.** Изменение основных климатических показателей (температуры и осадков) отразилось на величине слоя стока талых вод – одной из важных составляющих в развитии эрозионных процессов. Системное изучение стока талых вод на пашне началось в 1970 г. [10, 11] и продолжилось нами в последующие годы [12]. Нами в качестве объекта исследований были выбраны черноземы обыкновенные. Учет стока талых вод с различной по степени уплотненности пашни проводился на временных и стационарных площадках.

Пахотные угодья в зависимости от агрофизических свойств верхнего слоя почвы 0–30 см (плотность сложения, пористость, количество водопропрочных агрегатов, водопроницаемость) подразделялись на рыхлую (зябрь, пашня с глубиной обработки 22–29 см) и уплотненную (посевы озимых культур, многолетние травы) пашню.

Перед уходом в зиму рыхлая пашня имела характерные показатели: плотность сложения почвы в пахотном слое 0–29 см равна 1,01–1,12 г/см<sup>3</sup>, количество водопропрочных агрегатов 42–52 %, водопроницаемость 1,35–2,70 мм/мин, отношение некапиллярных пор к капиллярным 1:1,3 – 1:1,5. Уплотненная пашня имеет плотность сложения 1,15–1,24 г/см<sup>3</sup>, количество водопропрочных агрегатов 44–56 %, величину водопроницаемости 0,77–1,10 мм/мин, отношение некапиллярных пор к капиллярным оценивается как 1:3,0 – 1:3,3.

**Результаты исследований.** Особый интерес представляют климати-

ческие показатели по месту учета стока талых вод (п. Рассвет Аксайского района Ростовской области, данные ДЗНИИСХ). Согласно многолетним данным (1970–2020 гг.), среднегодовая температура составляет +8,1 °С. Самым холодным месяцем является январь (минус 6,6 °С), самым теплым – июль (+23 °С). Если анализировать температурный режим за период, когда начался систематический учет стока талых вод (1970–2020 гг.), то наглядно видно постепенное повышение температуры зимой от минус 3,1 °С в 1970–1990 гг. до минус 1,8 °С в 2010–2019 гг. Это отразилось на глубине промерзания почвы, которая с 1970 по 1990 г. составляла в среднем 47,5 см, а с 2010 по 2020 г. уменьшилась до 19 см, т. е. почти в 2,5 раза (таблица 1).

**Таблица 1 – Характеристика стокообразующих факторов и величины стока талых вод**

Показатель	Период		
	1970–1990 гг.	1991–2009 гг.	2010–2020 гг.
Среднесуточная температура воздуха, °С:			
декабрь	–1,0	–1,9	–0,7
январь	–4,6	–2,5	–3,1
февраль	–3,6	–1,7	–1,7
в среднем	–3,1	–2,0	–1,8
Количество осадков, мм:			
декабрь	57	53	44
январь	40	48	62
февраль	31	52	24
всего	128	153	130
Запасы воды в снеге, мм:			
рыхлая пашня	51,7	39,7	31,1
уплотненная пашня	55,6	47,0	35,9
Глубина промерзания почвы, см:			
рыхлая пашня	46	34	18
уплотненная пашня	49	37	20
Просачивание талых вод, мм:			
рыхлая пашня	27,0	28,1	28,3
уплотненная пашня	42,5	40,2	30,3
Сток, мм:			
рыхлая пашня	13,1	6,8	2,8
уплотненная пашня	24,7	11,6	5,6
Смыв почвы, т/га:			
рыхлая пашня	7,5	4,6	5,0
уплотненная пашня	10,2	6,8	3,1

Годовое количество осадков для данной местности с 1970 по 2019 г. несколько превышает 530 мм. Наибольшее количество осадков (от 700

до 800 мм) выпало в 1977, 1982, 1987, 1997, 2004, 2005, 2006, 2010 гг. Значительно меньше нормы (до 400 мм) наблюдалось в 1972, 1975, 1979, 2007, 2018, 2020 гг. Количество выпавших осадков за три зимних месяца (основной период учета стока талых вод) изменилось незначительно. Так, с 1991 по 2009 г. наблюдалось увеличение суммы осадков к предшествующему двадцатилетнему периоду на 25 мм. В следующее десятилетие она уменьшилась почти на такую же величину – 22 мм.

Не всегда величина стока талых вод имеет прямую зависимость от количества осадков. Так, в 1982 г. при сумме осадков зимой 196 мм сток талых вод имел место только на уплотненной пашне (около 12 мм). В 1987 г. в течение зимы выпало 241 мм осадков, преимущественно в виде снега.

В результате глубина промерзания почвы не превышала 10–16 см. Сток талых вод во время весеннего снеготаяния наблюдался только на уплотненной пашне, несмотря на огромные запасы воды в снеге. Суммарный ее объем составил 68 мм.

На формирование стока талых вод большое влияние оказывают оттепели, а их бывает от 8 до 30 за холодный период. Они в значительной степени снижают запасы воды в снеге перед массовым снеготаянием, а в отдельные годы могут быть причиной преждевременного стока или его полного отсутствия. В качестве примера приведем зимы 1999–2002 гг. Они характеризовались максимальным количеством оттепелей (21–30) и отсутствием стока талых вод. В отличие от вышеупомянутых лет, 2003 г. характеризовался экстремальными возмущениями температурного режима – оттепели чередовались с резким похолоданием. В результате с января по март включительно сток талых вод формировался 5 раз. Суммарная его величина составила на уплотненной пашне 74,8 мм, на рыхлой 63,2 мм с пиковыми значениями более 30 мм в январскую оттепель плюс дождь и весеннее снеготаяние 31,6 мм.

Ситуация повторилась в последнее десятилетие, когда отсутствие

стока в 2005 и 2006 гг. прервалось стоком талых вод умеренной интенсивности в 2014 и 2017 гг. во время массового снеготаяния, сопровождающегося выпадением жидких осадков.

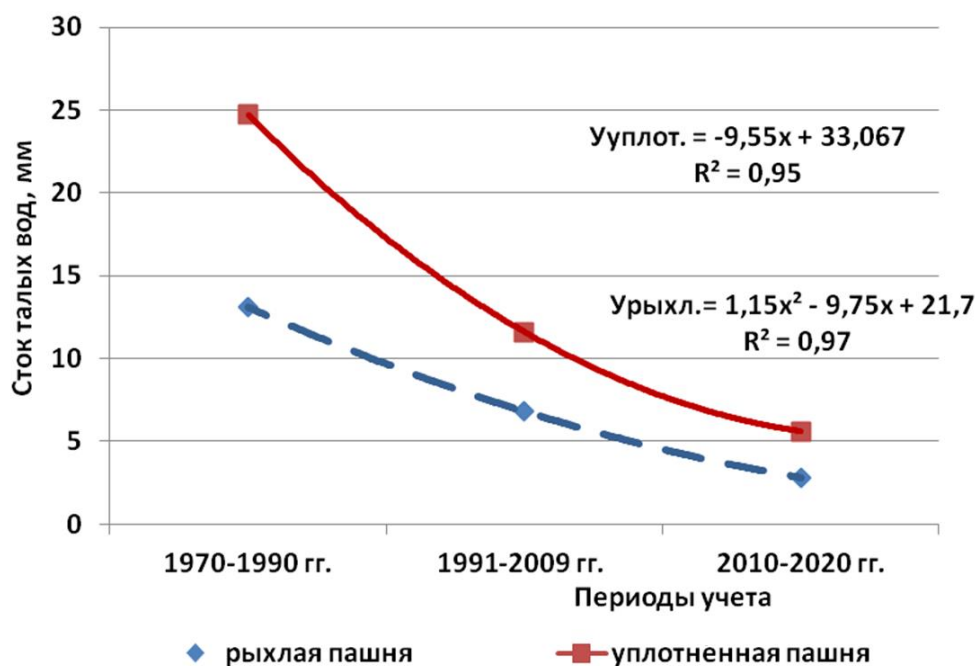
Возвращаясь к данным таблицы 1, можно отметить, что с 1970 по 1990 г. запас воды в снеге перед снеготаянием составлял 53,6 мм, с 1991 по 2009 г. – 43,4 мм, с 2010 по 2020 г. – 33,5 мм, т. е. произошло уменьшение по сравнению с первым периодом в 1,6 раза. Все это, естественно, отразилось на величине слоя стока талых вод. Согласно многолетним данным, слой стока с 1970 по 1990 г. в среднем составил 18,9 мм с максимумом в 1985 г. на зяби 81,0 мм и на посевах озимой пшеницы 140 мм. Сток за указанный период наблюдался на рыхлой пашне в течение 8 лет, на уплотненной – 16 лет.

В следующие 20 лет слой стока снизился до 9,2 мм с максимумом в 2003 г. на зяби 63,2 мм, на посевах озимой пшеницы 74,8 мм. Число лет со стоком на рыхлой пашне составило 5, на уплотненной 11. В последнее десятилетие величина стока едва превысила 4,0 мм с максимумом в 2017 г. на зяби 20,3 мм, на посевах озимой пшеницы 25,9 мм. Сток на рыхлой пашне имел место в течение 3 лет, на уплотненной – 4 года.

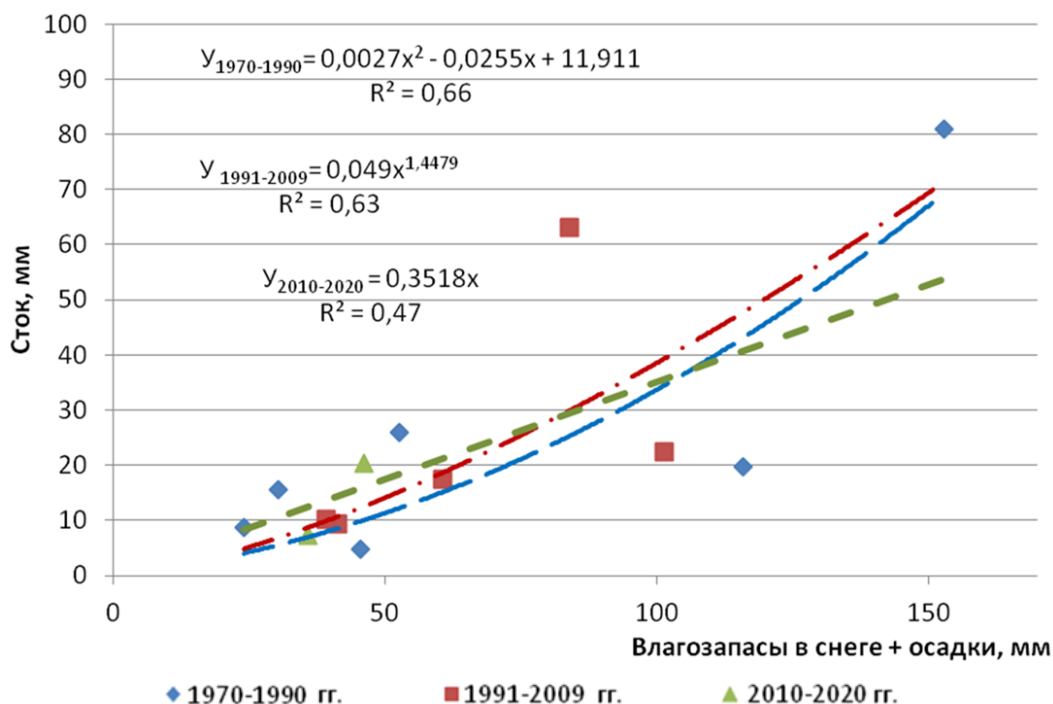
Следует обратить внимание на еще одну закономерность при сравнении объема стока с рыхлой и уплотненной пашни. В первый период наблюдений (1970–1990 гг.) слой стока с уплотненной пашни превышал слой стока с рыхлой в 1,6 раза, во второй (1991–2009 гг.) – в 1,7 раза, в третий (2010–2020 гг.) – в 2,0 раза (рисунок 1).

Данное обстоятельство указывает, по нашему мнению, на необходимость изменений технологического процесса подготовки почвы под зябь. В настоящее время очень широко стали внедряться поверхностная (на глубину 10–12 см) и нулевые обработки почвы, когда на поверхности почвы остаются пожнивные остатки, задерживающие в большей мере снег и увеличивающие запасы воды в снеге и сток талых вод. Это повысило

площади уплотненной пашни в структуре посевных площадей, а соответственно, повлияло на формирование стока. Взаимосвязь между запасами воды в снеге плюс осадки в период таяния снега и величиной стока приводится для рыхлой пашни на рисунке 2, для уплотненной – на рисунке 3.

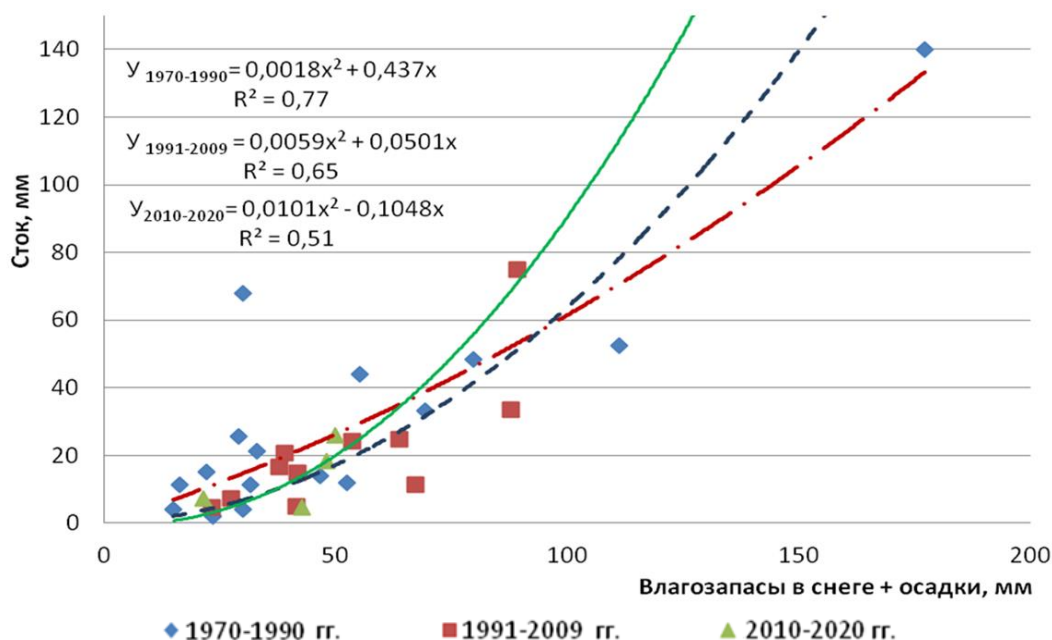


**Рисунок 1 – Изменение стока талых вод с уплотненной и рыхлой пашни по периодам исследований**



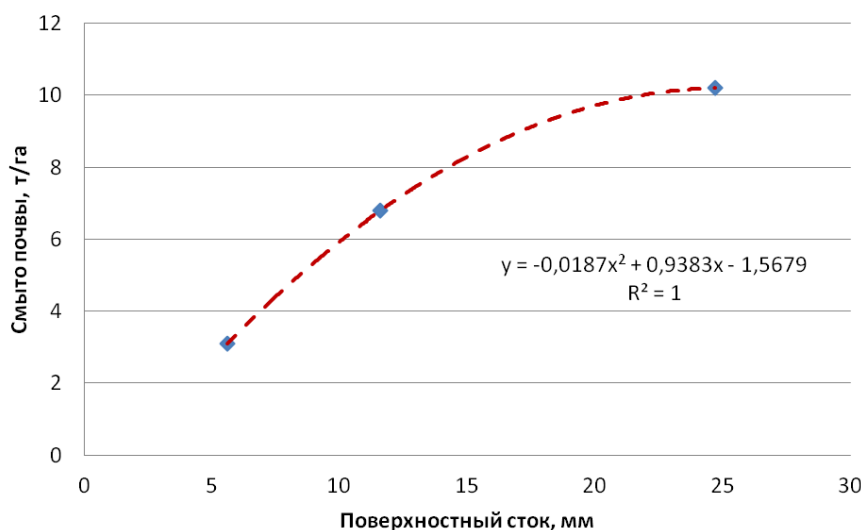
**Рисунок 2 – Влияние запасов воды в снеге и осадков в период таяния снега на сток талых вод с рыхлой пашни**



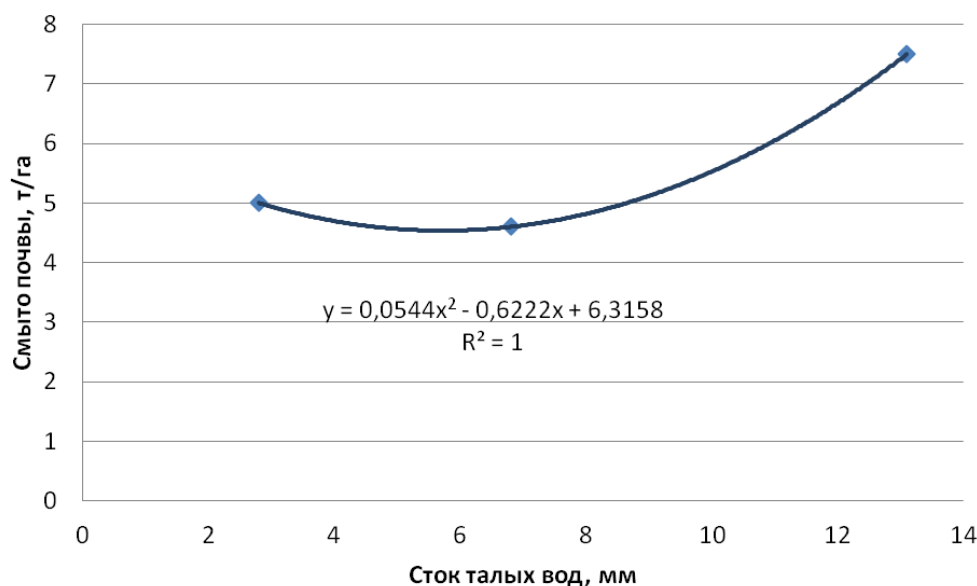


**Рисунок 3 – Влияние запасов воды в снеге и осадков в период таяния снега на сток талых вод с уплотненной пашни**

Аналогично уменьшению слоя стока талых вод в течение исследуемого периода изменялась величина смыва почвы. При структуре посевных площадей в холодный период, представленной в соотношении 70 % на рыхлой пашней и 30 % на уплотненной, в период с 1970 по 1990 г. средний смыв почвы составил 8,3 т/га, в 1991–2009 гг. – 5,3 т/га, в 2010–2020 гг. – 4,2 т/га. Кривые взаимосвязи между стоком и массой смытой почвы с уплотненной и рыхлой пашни приведены на рисунках 4 и 5.



**Рисунок 4 – Взаимосвязь между величиной поверхностного стока и массой смытой почвы с уплотненной пашни, 1970–2020 гг.**



**Рисунок 5 – Взаимосвязь между величиной поверхностного стока и массой смытой почвы с рыхлой пашни, 1970–2020 гг.**

Таким образом, в последнее десятилетие смыв почвы уменьшился по отношению к 1970–1990 гг. в 2 раза. Обращает на себя внимание больший смыв почвы на уплотненной пашне по сравнению с рыхлой с 1970 по 2009 г. Это связано с разным количеством лет формирования стока талых вод на различной по степени уплотненности пашне, а он всегда был выше на уплотненной.

Несколько изменилась ситуация в последнее десятилетие, когда смыв почвы с зяби за 3 года составил 5,0 т/га, а с посевов озимой пшеницы за 4 года – 3,1 т/га. Это связано с тем, что снеготаяние в 2011 и 2017 гг. сопровождалось выпадением жидких осадков, которые резко увеличивают смыв почвы с подстилающей поверхности, лишенной растительного покрова.

И еще одна немаловажная деталь: на смыв 1 т почвы в 1970–1990 гг. затрачивалось более 2,0 мм талых вод, в 1991–2009 гг. – 1,7 мм, в 2010–2019 гг. – 1,2 мм. Как мы полагаем, это связано со снижением противозерозионной устойчивости почвы, которая в свою очередь во многом зависит от масштабного процесса дегумификации и отсутствия почвозащитных агротехнических мероприятий, характерного для последних десятилетий.

Приведенные данные по усредненным показателям стока на рыхлой и уплотненной пашне за период 1970–2020 гг. можно представить в виде вероятностных величин стока талых вод, объединенных в группы с разным объемом стока (таблица 2).

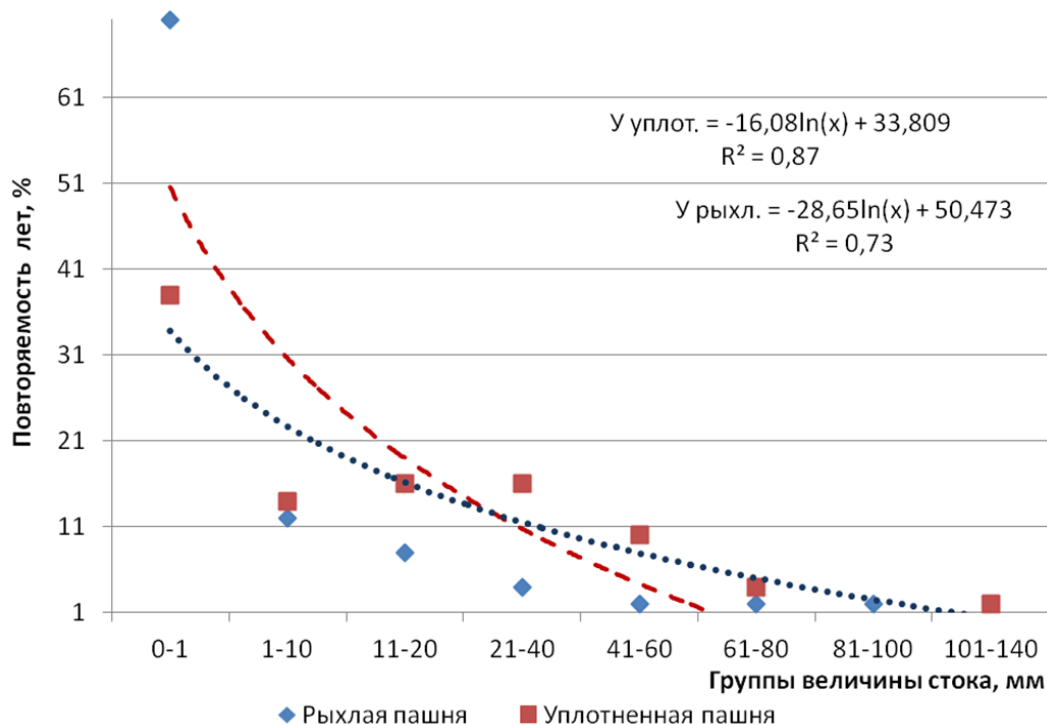
**Таблица 2 – Вероятная величина стока талых вод на черноземах обыкновенных (Ростовская область, данные за 50 лет с 1970 по 2020 г.)**

Объем стока талых вод, мм	Вид агрофона			
	Рыхлая пашня		Уплотненная пашня	
	Повторяемость стока, лет	В % от всего	Повторяемость стока, лет	В % от всего
0–1	35	70	19	38
1–10	6	12	7	14
11–20	4	8	8	16
21–40	2	4	8	16
41–60	1	2	5	10
61–80	1	2	2	4
81–100	1	2	0	0
101–140	0	0	1	2
Всего	50	100	50	100

Как следует из приведенных в таблице 2 данных, на рыхлой пашне, представленной зябью, сток талых вод формируется 1 раз в 3 года с величиной слоя стока преимущественно слабой и умеренной интенсивности (от 1 до 40 мм). На него приходится 24 % из числа лет наблюдений, порядка 2 % – на слой стока от 41 до 60 мм, и более 60 мм – 4 % от всего ряда наблюдений.

В отличие от рыхлой, на уплотненной пашне сток талых вод формируется значительно чаще (62 из 100 %). На сток слабой и умеренной интенсивности приходится 46 % лет. Величина стока 41–80 мм характерна для 14 % лет наблюдений (7 лет из 50), и сток более 100 мм – 2 % лет наблюдений, имеет вероятность повторения 1 раз в 50 лет.

Математическая обработка данных позволила получить кривые повторяемости лет с различной величиной стока за период наблюдений 1970–2020 гг. и уравнения, описывающие вероятность повторения стока различной величины, для рыхлой и уплотненной пашни (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Кривые повторяемости лет с различной величиной стока, объединенных в группы, за период 1970–2020 гг.**

Полученные результаты по поверхностному стоку талых и дождевых вод в период таяния снега позволяют осуществлять прогноз ожидаемого стока талых вод, и, зная способность различных почвозащитных приемов, технических и технологических мероприятий, а также их сочетаний задерживать сток, можно формировать противоэрозионные комплексы и находить им место в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия.

**Выводы.** Повышение среднесуточной температуры воздуха на  $1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  в Ростовской области за период с 1936 по 2019 г. отразилось на глубине промерзания почвы, которая за период исследований с 1970 по 2020 г. уменьшилась с 47,5 до 19,0 см, одновременно увеличилось количество оттепелей в холодный период года, что привело к снижению запасов воды в снеге перед массовым снеготаянием и уменьшению слоя стока талых вод с 19,0 до 4,2 мм, а вероятность его формирования составила с рыхлой пашни 1 раз в 3 года, с уплотненной – 2 раза в 3 года. В соответствии с этим величина смыва почвы в период 1970–1990 гг. составляла 8,9 т/га, а в последнее десятилетие (2010–2020 гг.) – в 2 раза меньше (4,2 т/га). Выявлен-

ные закономерности должны учитываться при планировании системы почвозащитных мероприятий.

### Список использованных источников

1 Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России: монография / Е. Абашина [и др.]; под ред. А. Л. Иванова, В. И. Кирюшина. – М.: Россельхозакадемия, 2009. – 518 с.

2 Жуков, В. Д. Влияние агроклиматических факторов на кадастровую оценку земель сельскохозяйственного назначения / В. Д. Жуков, З. Р. Шеуджен // Эволюция и деградация почвенного покрова: сб. науч. ст. по материалам IV Междунар. науч. конф., 13–15 окт. 2015 г. – Ставрополь: АГРУС Ставроп. гос. аграр. ун-та, 2015. – С. 243–347.

3 Экологический вестник Дона. – Ростов н/Д., 2008. – 372 с.

4 Экологический вестник Дона. – Ростов н/Д., 2010. – 370 с.

5 Экологический вестник Дона. – Ростов н/Д., 2019. – 373 с.

6 Kundzewicz, Z. W. Water and climate – the PCC TAR perspective / Z. W. Kundzewicz // *Nordic Hydrology*. – 2003. – № 34(5). – P. 387–398.

7 Murdoch, P. S. Potential effects of climate change on surface water quality in North America / P. S. Murdoch, J. S. Baron, T. L. Miller // *Journal of the American Water Resources Association*. – 2000. – Vol. 36(2). – P. 347–366. – DOI: 10.1111/j.1752-1688.2000.tb04273.x340.

8 Klik, A. Impact of climate change on soil erosion and the efficiency of soil conservation practices in Austria / A. Klik, J. Eitzinger // *The Journal of Agricultural Science*. – 2010, Oct. – Vol. 148(05). – P. 529–541. – DOI: 10.1017/S0021859610000158.

9 Potential effects of climate change on soil properties: A review / R. Karmakar, I. Das, D. Dutta, A. Rakshit // *Science International*. – 2016. – Vol. 4. – P. 51–73. – DOI: 10.17311/sciintl.2016.51.73.

10 Грызлов, Е. В. Почвозащитная система земледелия / Е. В. Грызлов. – Ростов н/Д., 1975. – 51 с.

11 Зайцев, В. Н. Полосное земледелие на склонах / В. Н. Зайцев // *Вестник сельскохозяйственной науки*. – 1970. – № 12. – С. 53–57.

12 Условия формирования поверхностного стока. Прогноз причиняемого ущерба. Компенсационные мелиоративные мероприятия: монография / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, Е. В. Полуэктов, Н. И. Балакай. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 450 с.

### References

1 Abashina E. [et al.], 2009. *Global'nye izmeneniya klimata i prognoz riskov v sel'skom khozyaystve Rossii: monografiya* [Global Climate Change and Risk Forecast in Agriculture of Russia: monograph]. Moscow, Rosselkhozakademiya Publ., 518 p. (In Russian).

2 Zhukov V.D., Sheudzhen Z.R., 2015. *Vliyanie agroklimaticheskikh faktorov na kadastruvuyu otsenku zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Influence of agro-climatic factors on the cadastral assessment of agricultural land]. *Evolyutsiya i degradatsiya pochvennogo pokrova: sbornik nauchnykh statey po materialam IV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Evolution and Degradation of Soil Cover: Proc. of the IV International Scientific Conference]. Stavropol, AGRUS Stavropol State Agrarian University, pp. 243-347. (In Russian).

3 *Ekologicheskiy vestnik Dona* [Environmental Bulletin of the Don]. Rostov-on-Don, 2008, 372 p. (In Russian).

4 *Ekologicheskiy vestnik Dona* [Environmental Bulletin of the Don]. Rostov-on-Don, 2010, 370 p. (In Russian).

5 *Ekologicheskiy vestnik Dona* [Ecological Bulletin of the Don]. Rostov-on-Don, 2019, 373 p. (In Russian).

6 Kundzewicz Z.W., 2003. Water and climate – the PCC TAR perspective. *Nordic Hydrology*, no. 34(5), pp. 387-398.

7 Murdoch P.S., Baron J.S., Miller T.L., 2000. Potential effects of climate change on surface water quality in North America. *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 36(2), pp. 347-366, DOI: 10.1111/j.1752-1688.2000.tb04273.x340.

8 Klik A., Eitzinger J., 2010. Impact of climate change on soil erosion and the efficiency of soil conservation practices in Austria. *The Journal of Agricultural Science*, Oct., vol. 148(05), pp. 529-541, DOI: 10.1017/S0021859610000158.

9 Karmakar R., Das I., Dutta D., Rakshit A., 2016. Potential effects of climate change on soil properties: A review. *Science International*, vol. 4, pp. 51-73, DOI: 10.17311/sciintl.2016.51.73.

10 Gryzlov E.V., 1975. *Pochvozashchitnaya sistema zemledeliya* [Soil Protection System of Agriculture]. Rostov-on-Don, 51 p. (In Russian).

11 Zaitsev V.N., 1970. *Polosnoe zemledelie na sklonakh* [Strip Agriculture on Slopes]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bull. of Agricultural Science], no. 12, pp. 53-57. (In Russian).

12 Shchedrin V.N., Balakay G.T., Poluektov E.V., Balakay N.I., 2016. *Usloviya formirovaniya poverkhnostnogo stoka. Prognoz prichinyaemogo ushcherba. Kompensatsionnye meliorativnye meropriyatiya: monografiya* [The Conditions for Surface Runoff Formation. Forecast of Damage Caused. Compensatory Land Reclamation Measures: monograph]. Novocherkassk, RosNIPM, 450 p. (In Russian).

---

#### **Полуэктов Евгений Валерьянович**

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Ученое звание: профессор

Должность: заведующий кафедрой почвоведения, орошаемого земледелия и геодезии

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: rekngma@magnet.ru

#### **Poluektov Yevgeniy Valeryanovich**

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Title: Professor

Position: Head of the Chair of Soil Science, Irrigated Agriculture and Geodesy

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: st. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: rekngma@magnet.ru

#### **Балакай Георгий Трифонович**

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Ученое звание: профессор

Должность: главный научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

**Balakay Georgiy Trifonovich**

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Title: Professor

Position: Chief Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

*Поступила в редакцию 08.10.2020*

*После доработки 05.11.2020*

*Принята к публикации 10.11.2020*