



УДК 551.4:634.958

**ПОКАЗАТЕЛИ СТОКА ТАЛЫХ ВОД  
В СИСТЕМЕ КОНТУРНЫХ СТОКОРЕГУЛИРУЮЩИХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС  
ИЗ ДУБА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ**

**INDICATORS OF THE STREAM OF THALS WATER IN THE SYSTEM  
OF THE CONTOUR WOOD STRIPS FROM THE OAK IN THE SOUTHERN PART  
OF NONBLACK SOIL ZONE**

**А.И. Петелько**

**A.I. Petel'ko**

ФНЦ агроэкологии РАН, Новосильская ЗАГЛОС – филиал ФНЦ агроэкологии РАН,  
Россия, 303035, Орловская область, г. Мценск, ул. Семашко, д. 2А

FSC of agroecology RAS, Novosilskaya ZAGFES – branch of FSC of agroecology RAS,  
2A Semashko St, Mzensk, Orel region, 303035, Russia

E-mail: zaglos@mail.ru

**Аннотация**

В статье приводятся многолетние данные по изучению стока талых вод. Анализируется влияние различных противозерозионных приёмов на формирование весеннего стока талых вод, в частности, влияние контурных лесополос разной конструкции (на полевом стационарном опыте в 1926 г. посажена однорядная контурная стокорегулирующая лесная полоса из дуба) на природные факторы (снегоотложение, промерзание и влажность почвы) на водопоглощение, сток и смыв почвы. За основу был принят балансовый метод с применением стоковых площадок, обеспечивающий высокую точность результатов. Проведённые исследования показали, что роль защитных лесных насаждений недостаточна, если они расположены прямолинейно, без учёта рельефа местности. Эффективность созданных лесных полос по горизонталям способствует применению почвозащитного контурного адаптивно-ландшафтного земледелия.

**Abstract**

The article presents long-term data on the study of the flow of meltwater. The influence of various anti-erosion methods on the formation of the spring runoff of meltwater is analyzed, in particular, the influence of a contour forest belt of different design (in a stationary field experiment in 1926 a single-row contour forest belt of oak regulating the flow of melted water) on natural factors (snow, freezing and moisture of the soil), On water absorption, runoff and flushing of soil. The balance method was used as a basis with the use of stock areas, which ensures high accuracy of the results. The carried out researches have shown that the role of protective forest plantations is insufficient, if they are located rectilinearly, without taking into account the terrain. The effectiveness of the created forest strips along the horizons promotes the use of soil-protective contour adaptive-landscape agriculture.

**Ключевые слова:** почва, эрозия, конструкция лесополос, контурная стокорегулирующая однорядная лесополоса, зяблевая вспашка, снегоотложение, промерзание и влажность почвы, снеготаяние, водопоглощение, снегозапасы, сток талых вод.

**Keywords:** soil, erosion, construction of forest belts, contour single-row forest belt, autumn plowing, snow, freezing and soil moisture, snowmelt, water absorption, snow reserves, drainage of meltwater.

---

**Введение**

Современное интенсивное земледелие на склонах немислимо без защиты почвы от водной эрозии и повышения продуктивности эродированных земель. Охрана почв от эрозий – одна из главных проблем природопользования. Актуальность её возрастает



в связи со всё более интенсивным использованием старопахотных земель, вовлечением в сельскохозяйственный оборот ранее малопригодных размытых земель.

Для успешной защиты почв от смыва и разлива необходимо познать закономерности эрозионных процессов, изучить особенности их проявления в зависимости от совокупности определяющих природных факторов. При проектировании контурно-мелиоративной системы почвозащитного земледелия важный компонент – создание контурных стокорегулирующих лесных полос [Швебс, Лисецкий, 1989]. На Новосильской зональной агролесомелиоративной опытной станции с 1921 года проводятся разносторонние исследования процессов эрозии и испытания противоэрозионных приёмов. К настоящему времени накоплен значительный научный материал, характеризующий эффективность комплекса противоэрозионных мероприятий. С этой целью и были поставлены стационарные многофакторные опыты.

### Объекты и методы исследования

Объект исследования заложен на склоне ЗЮЗ экспозиции, с крутизной от  $1.5^\circ$  в верхней части до  $3.5^\circ$  – в нижней. Пять однорядных дубовых (10Д) контурных стокорегулирующих лесных полос размещены через каждые 100 м вдоль горизонталей. Почвы опытного участка смытые серые лесные тяжелосуглинистые. По данным агрохимика Н.Е. Петелько [2012], в слое 0–30 см содержание гумуса невысокое и, в среднем, составляет 2.1–2.6%. Реакция почвенной среды слабо- и среднекислая. На опытном участке каждый год осенью закладываются стоковые площадки размером  $20 \times 100$  м.

Задачей исследования было изучение стока талых вод, смыва почвы и других процессов на различных участках ландшафта с целью усовершенствования мероприятий по их регулированию и защите почв от водной эрозии, а также повышения почвенного плодородия. Для выполнения программных вопросов были изучены, на разном агрофоне, снегоотложение, промерзание и сток талых вод, смыв почвы, её оттаивание, влажность; также проводились другие сопутствующие наблюдения. Работы выполнялись согласно составленной программе и методике под руководством доктора с.-х. наук А.Т. Барабанова. Исследовали комплексное влияние контурных однорядных стокорегулирующих лесополос на указанные процессы на различных агрофонах в сравнении с участками без лесополос (контроль).

В своих исследованиях нами были использованы метод стоковых площадок и труды Г.П. Сурмача [1954, 1967], Е.А. Гаршинёва [1999], А.Т. Барабанова [1968], А.И. Петелько [1999, 2012], Н.Е. Петелько [1985], С.И. Небольсина и П.П. Надеева [1937] и др.

Снегомерная съёмка на многофакторном опыте производилась на стоковых площадках по двум профилям через 2 м в пятикратной повторности. Плотность снега определялась весовым снегомером ВС-43 на каждой стоковой площадке в шести точках, повторность – двукратная. Запасы воды в снеге ( $Q$ ) вычисляли по формуле:

$$Q=10Nd,$$

где  $H$  – высота снежного покрова, см;  $d$  – плотность снега,  $г/см^3$ . Перед снеготаянием были отобраны почвенные образцы на влажность. По наличию кристаллов льда в них определялась глубина промерзания почвы. Через каждый час при помощи линейки с миллиметровыми делениями производили замеры воды на пороге водослива. При наблюдении за оттаиванием почвы использовалась металлическая шпилька с делениями.

### Результаты и их обсуждение

В многофакторном опыте в контурной стокорегулирующей полосе из дуба были заложены различные конструкции: плотная, продуваемая и комбинированная. Продуваемые лесополосы (крупные просветы между стволами, но почти без просветов



в кронах) обеспечивают, в основном, равномерное распределение снега на полях, однако он выдувается из самих полос и почва глубоко промерзает. Лесополосы ажурной конструкции (мелкие просветы по всему профилю) занимают промежуточное положение по характеру снегоотложения, но не обеспечивают нужного снежного покрова и не предохраняют почву от промерзания.

А.Т. Барабанов предложил новый способ регулирования снегоотложения, который обеспечивает предохранение почвы от глубокого промерзания. Суть его заключается в том, что создается следующий профиль лесной полосы по продуваемости: в нижней части, примерно до 50 см от земли, полоса должна быть плотной; выше, до 1.5–2 м, – продуваемой (без сучьев), а ещё выше – ажурной или плотной. Плотная конструкция в нижней части создается из низкорослого кустарника или подрезного высокорослого. Лесополоса такой комбинированной конструкции будет работать следующим образом: при первом же снегоотложении в ней будет откладываться снег и предохранять почву от промерзания. После накопления снега до 50 см (этого достаточно для полного предотвращения промерзания почвы) он будет хорошо продуваться и откладываться в поле. Схема полевого опыта на стоковых площадках такова:

- 1) зяблевая вспашка + контурная стокорегулирующая лесная полоса продуваемой конструкции с мульчей соломы;
- 2) зяблевая вспашка + контурная стокорегулирующая лесная полоса продуваемой конструкции;
- 3) зяблевая вспашка (контроль);
- 4) зяблевая вспашка + контурная стокорегулирующая лесная полоса плотной конструкции;
- 5) зяблевая вспашка + контурная лесная полоса комбинированной конструкции;
- 6) зяблевая вспашка (контроль).

Многолетние наблюдения показали, что на снегоотложение оказывают влияние агрофон, виды угодьев, элементы рельефа и другие факторы. В холодный период происходит перераспределение снега во время ветров и метелей. Направление ветров менялось в широких пределах. Контурные стокорегулирующие лесные полосы способствовали накоплению и сохранению снега в межполосных пространствах. Перед весенним снеготаянием, во время проведения опыта, средняя высота снежного покрова в разных вариантах колебалась от 17 до 33 см (табл. 1).

Таблица 1  
Table 1

Влияние контурных стокорегулирующих лесополос разных конструкций  
на характер снегоотложения  
Effect of contour forest belts of different designs on the nature of snow

Конструкция варианта	Высота снежного покрова (в числителе), см; длина шлейфов и межшлейфовых частей (в знаменателе), м			
	лесополоса	верхний шлейф	нижний шлейф	межшлейфовая часть
<i>В среднем, за 1997–2009 годы</i>				
Продуваемая с мульчей соломы	$\frac{19}{6}$	$\frac{33}{16}$	$\frac{27}{15}$	$\frac{31}{45}$
Продуваемая	$\frac{17}{7}$	$\frac{31}{14}$	$\frac{27}{16}$	$\frac{30}{50}$
Плотная	$\frac{24}{7}$	$\frac{30}{15}$	$\frac{31}{19}$	$\frac{30}{50}$
Комбинированная	$\frac{21}{8}$	$\frac{26}{17}$	$\frac{26}{17}$	$\frac{29}{51}$
Контроль без лесополосы		$\frac{27}{14}$	$\frac{27}{15}$	$\frac{27}{16}$

В лесной полосе продуваемой конструкции происходило выдувание снега, и, в среднем, высота снежного покрова составила 17 см. В зоне влияния лесной полосы плотной конструкции были наносы снега. В самой лесополосе высота снега наибольшая – 24 см. В лесной полосе комбинированной конструкции высота равнялась 21 см. У полос образовались снежные шлейфы длиной от 6 до 19 м. В зонах влияния лесных полос плотной конструкции на зяби высота снежного покрова была больше, чем в зонах влияния лесных полос продуваемой и комбинированной конструкций. В межшлейфовом пространстве снег откладывался более или менее равномерно. Высота снежного покрова в лесных полосах продуваемой конструкции несколько меньше, чем на прилегающих участках. Это объясняется тем, что в однородных контурных лесных полосах продуваемой конструкции снег сдувался (см. табл. 1).

Глубина промерзания почвы зависит, с одной стороны, от толщины снежного покрова, а с другой – от суммы отрицательных температур зимнего периода и других факторов. За период наблюдений зимы, в основном, были нехолодными, с оттепелями, поэтому почва промёрзла неглубоко. Это объясняется сложившимися гидрометеорологическими условиями и другими природными факторами. Лесные полосы плотной и комбинированной конструкций оказали влияние на увеличение снежного покрова в самих лесополосах и шлейфовых зонах, а также уменьшили скорость ветра. Немаловажную утепляющую роль сыграла соломенная подстилка. Под лесными полосами изменяется агрегатный состав почв [Булыгин, Лисецкий, 1996]. Этими и другими факторами объясняется неглубокое промерзание почвы в лесополосах. Материалы за 13 лет наблюдений приведены в таблице 2.

Таблица 2  
Table 2

Промерзание почвы на склоне перед снеготаянием в зависимости от высоты снежного покрова, зафиксированного в 1997–2009 годы  
Freezing of soil on the slope before snowmelt, depending on the height of the snow cover for 1997–2009

Варианты	Место определения (поле)	Высота снега, см	Глубина промерзания, см
Зяблевая вспашка + контурная стокорегулирующая лесная полоса продуваемой конструкции с мульчей соломы	верх	34	11
	середина	33	12
	лесополоса	19	11
Зяблевая вспашка (контроль)	верх	30	14
	середина	30	15
	лесополоса	32	14
Зяблевая вспашка + контурная стокорегулирующая лесная полоса плотной конструкции	верх	33	14
	середина	32	14
	лесополоса	29	10
Зяблевая вспашка + контурная стокорегулирующая лесная полоса комбинированной конструкции	верх	29	15
	середина	30	12
	лесополоса	24	15

Из таблицы 2 следует, что промерзание почвы зависит от высоты снежного покрова. На различных агрофонах перед снеготаянием промерзание почвы было слабым и составило 10–15 см при высоте снежного покрова 24–34 см.

На стоковых площадках перед снеготаянием и после происходило изменение влагозапасов. Данные приведены в таблице 3.



Таблица 3

Table 3

Влияние стокорегулирующих контурных лесополос на распределение влагозапасов  
(в среднем, за 13 лет), мм

Influence of contour forest belts on the distribution of moisture reserves (average for 13 years), mm

Варианты	0–30 см			0–50 см			50–100 см			0–100 см		
	Перед снеготаянием	После снеготаяния	Разница									
<i>Зяблевая вспашка + контурная стокорегулирующая лесная полоса продуваемой конструкции с мульчей соломы (стоковая площадка № 1)</i>												
Верх склона	122.8	93.9	28.9	204.7	167.9	36.8	174.4	174.2	0.2	397.4	339.7	57.7
Середина склона	132.5	103.4	29.1	212.2	173.8	38.4	186.2	176.9	9.3	409.6	352.1	57.5
В лесополосе под соломой	136.1	118.4	17.7	215.2	195.3	15.5	166.3	173.9	-7.6	416.4	386.8	29.6
<i>Зяблевая вспашка (контроль – стоковая площадка № 3)</i>												
Верх склона	121.3	95.3	26.0	201.7	168.7	33.0	170.0	172.3	-2.3	392.7	345.7	47.0
Середина склона	120.9	93.0	27.9	204.7	169.1	35.6	182.7	182.8	-0.1	406.7	338.2	68.5
Низ склона	118.1	87.9	30.2	200.4	170.2	30.2	176.7	178.2	-1.5	394.1	350.9	43.2
<i>Зяблевая вспашка + контурная лесная полоса плотной конструкции (стоковая площадка № 4)</i>												
Верх склона	116.8	94.1	22.7	197.2	167.7	29.5	171.9	174.3	-2.4	386.0	347.7	38.3
Середина склона	133.3	99.0	34.3	207.2	177.1	30.1	171.4	178.5	-7.1	396.5	359.1	37.4
В лесополосе плотной конструкции	117.0	107.8	9.4	186.7	182.7	4.0	158.0	171.4	-13.4	366.7	364.0	2.7
<i>Зяблевая вспашка + контурная стокорегулирующая лесная полоса комбинированной конструкции (стоковая площадка № 5)</i>												
Верх склона	121.5	92.7	28.8	202.3	165.5	36.8	174.1	172.3	1.8	396.4	342.1	54.3
Середина склона	130.9	92.3	38.6	203.6	168.8	34.8	172.7	173.8	-1.1	396.5	345.7	50.8
В лесополосе комбинир. конструкции	131.5	118.7	12.8	207.6	199.4	28.2	156.3	174.5	-18.2	402.9	380.1	22.8

Для характеристики стока важно определить влажность почвы перед снеготаянием. Наблюдения показали, что на опыте влагозапасы в большинстве случаев выше. Следует отметить, что неравномерное снеготаяние приводит к неоднородному увлажнению почвы.

Перед весенним снеготаянием в 30-сантиметровом слое почвы в лесной полосе продуваемой конструкции под соломой влагозапасы были большими и равнялись 136.1 мм, а в лесной полосе плотной конструкции – 117.0 мм, т. е. на 19.1 мм меньше. В этом же слое в середине межполосного пространства влагозапасы – 132.5 мм.

В слое 0–50 см запасы влаги в почве в лесной полосе комбинированной конструкции составили 207.6 мм. В метровом слое почвы (0–100 см) влагозапасы во всех вариантах опыта были в пределах от 366.7 до 416.4 мм. Колебания запасов влаги на серых лесных почвах связано с неоднородностью литологического состава почвы. После прохождения снеготаяния влагозапасы претерпевали изменения в сторону уменьшения. Наблюдалось варьирование влажности почвы. В метровом слое (0–100 см) в лесной полосе плотной конструкции запасы влаги составили 366.7 мм, а в полосе комбинированной конструкции – на 36.2 мм больше. Более подробно о разнице влагозапасов до и после снеготаяния можно узнать из таблицы 3. Здесь очевидно влияние контурных лесных полос различных конструкций на распределение влагозапасов перед снеготаянием.

О влиянии контурных стокорегулирующих лесополос и обработки почвы на формирование стока талых вод свидетельствуют данные таблицы 4.

Таблица 4  
Table 4

Влияние ландшафта на эрозионно-гидрологические показатели за 1997–2009 годы  
Influence of the landscape on erosion-hydrological indices for 1997–2009

Варианты опыта	Факторы			Водо-поглощение, мм	Сток, мм
	Влажность почвы в слое 0–100 см перед снеготаянием, %	Общие снегозапасы + осадки за период снеготаяния, мм	Глубина промерзания почвы перед снеготаянием, см		
Зяблевая вспашка (контроль)	26.3	89	17	86.8	1.7
Зяблевая вспашка + контурная лесополоса продуваемой конструкции с мульчей соломы	27.0	96	15	94.7	1.3
Зяблевая вспашка + контурная лесополоса плотной конструкции	26.2	105	14	103.9	1.1
Зяблевая вспашка + контурная лесополоса комбинированной конструкции	27.1	99	16	97.6	1.4
Среднее	26.7	97	16	96.0	1.5

На стационарном опыте за 13 лет наблюдений среднегодовой весенний сток составил 1.5 мм, просочилось в почву 96.0 мм. Факторы, которые способствовали высокому водопоглощению, – это слабое промерзание почвы (14–17 см) при общих снегозапасах 89–105 мм и влажности почвы 26.2–27.1%. Выявлено, что на



контрольном агрофоне определённые снегозапасы всегда были меньше и равнялись 89 мм, а в варианте с лесной полосой плотной конструкции – наибольшими – 105 мм.

На зяблевой вспашке с лесной полосой комбинированной конструкции они несколько меньше – 99 мм. Варианты с контурными лесополосами разных конструкций превышали контроль по снегозапасам, водопоглощению и поверхностному стоку талых вод (см. табл. 4). Таким образом, на участке полевого опыта с серой лесной почвой, находящемся под защитой однорядных контурных стокорегулирующих лесных полос, сток был очень слабый.

### Заключение

В многофакторном стационарном полевом опыте различные конструкции однорядных контурных стокорегулирующих лесных полос из дуба за 13 лет наблюдений оказывали влияние на распределение и накопление снежного покрова. Более равномерное отложение снега было в зоне влияния лесополосы продуваемой конструкции, однако из неё снег выдувался. Лесная полоса плотной конструкции способствовала накоплению снега в самой полосе. Показатели запасов снеговой воды в лесной полосе комбинированной конструкции имели промежуточное положение между вариантами с плотной и продуваемой лесополосами.

Промерзание почвы перед весенним снеготаянием было слабое. На глубину промерзания почвы оказывали влияние сложившиеся гидрометеорологические условия, сохранность снега при оттепелях, уменьшение скорости ветра в лесной полосе, утепляющее действие подстилки и другие факторы.

Данные о влажности почвы показывают, что перераспределение запасов в её метровом слое происходит от поверхности к нижним слоям. В слое 0–100 см увлажнение почвы, в среднем, во всех вариантах колебалось перед снеготаянием от 366.7 до 416.4 мм. После прохождения снеготаяния влажность почвы претерпевала изменения в сторону уменьшения. Разность составила 2.7–68.5 мм.

Сложившиеся погодные условия зимнего периода с частой сменой отрицательных и положительных температур, неглубокое промерзание почвы перед снеготаянием, медленное таяние снега днём при пасмурной погоде и другие факторы обеспечили впитывание всей талой воды в почву. В 1997–2002 гг. и 2004–2009 гг. поверхностного стока не наблюдалось. В 2003 году сформировался весенний сток от слабого до умеренного. Усреднённые показатели водопоглощения на агрофонах с контурной лесополосой наибольшие – 103.9 мм, несколько меньше они на агрофонах с комбинированной лесополосой (97.6 мм) и продуваемой с мульчей соломы (94.7 мм), а на контроле самые низкие – 86.8 мм. Весенний сток проходил в спокойном русле, не вызывая эрозии.

Таким образом, созданный агроландшафт в системе контурных стокорегулирующих однорядных лесных полос способствует значительному просачиванию воды в почву во время весеннего снеготаяния.

### Список литературы References

1. Барабанов А.Т. 1968. Изучение водозадерживающих приёмов обработки светло-каштановых почв на склоновых землях Волгоградской области. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 17.

Barabanov A.T. 1968. Izuchenie vodozaderzhivajushhih priimov obrabotki svetlo-kashtanovyh pochv na sklonovyh zemljah Volgogradskoj oblasti [The study of water-retaining



methods for treating light chestnut soils on slope lands of the Volgograd Region]. Abstract. dis. ... cand. agricult. sciences. Moscow, 17. (in Russian)

2. Булыгин С.Ю., Лисецкий Ф.Н. 1996. Формирование агрегатного состава почв и оценка его изменения. *Почвоведение*, (6): 783–788.

Bulygin S.Yu., Lisetskii F.N. 1996. Aggregate composition of soils, its assessment and monitoring, *Eurasian Soil Science*, (6): 783–788. (in Russian)

3. Гаршинёв Е.А. 1999. Эрозионно-гидрологический процесс. Теория и модели. Волгоград, 196.

Garshinev E.A. 1999. Jerozionno-gidrologicheskij process. Teorija i modeli [Erosion-hydrological process. Theory and models]. Volgograd, 196. (in Russian)

4. Небольсин С.И., Надеев П.П. 1937. Элементарный поверхностный сток. Л.–М., 63.

Nebol'sin S.I., Nadeev P.P. 1937. Jelementarnyj poverhnostnyj stok [Elementary surface runoff]. Leningrad–Moscow, 63. (in Russian)

5. Петелько А.И. 2012. Агролесомелиорация в адаптивно-ландшафтном земледелии в лесостепи Центрального Нечерноземья. Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Волгоград, 39.

Petel'ko A.I. 2012. Agrolesomelioracija v adaptivno-landshaftnom zemledelii v lesostepi Central'nogo Nechernozem'ja [Agroforestry in adaptive landscape farming in the forest-steppe of the Central Non-Black Earth Region]. Abstract. dis. ... doct. agricult. sciences. Volgograd, 39. (in Russian)

6. Петелько А.И., Новиков Н.Е. 1999. Предложения по защите почв от водной эрозии в Центральных районах Нечерноземья. Орёл, 31.

Petel'ko A.I., Novikov N.E. 1999. Proposals on soil protection from water erosion in the Central Non-Black Earth Region. Orel, 31. (in Russian)

7. Петелько Н.Е. 1985. Влияние противоэрозионной лесомелиорации на свойства смытых серых лесных почв Центральной лесостепи. *В кн.: Лесомелиорация склонов. Вып. 3 (86)*. Волгоград: 29–43.

Petel'ko N.E. 1985. Influence of anti-erosion forest melioration on the properties of washed-out gray forest soils of the Central forest-steppe. *In: Lesomelioracija sklonov [Lesomelioratsiya sklonov]*. Vol. 3 (86). Volgograd: 29–43. (in Russian)

8. Сурмач Г.П. и др. 1967. Методика изучения водорегулирующей и противоэрозионной роли лесных полос и агротехнических приёмов. Волгоград, 39.

Surmach G.P. et al. 1967. The methodology of studying the water-controlling and anti-erosion role of forest belts and agrotechnical methods Volgograd, 39. (in Russian)

9. Сурмач Г.П. 1954. Классификация смытых почв и её применение при составлении крупномасштабных почвенно-эрозионных карт. *Почвоведение*, (1): 71–80.

Surmach G.P. 1954. Classification of washed-away soils and its application in the compilation of large-scale soil-erosion maps. *Eurasian Soil Science*, (1): 71–80. (in Russian)

10. Швецс Г.И., Лисецкий Ф.Н. 1989. Проектирование контурно-мелиоративной системы почвозащитного земледелия. *Земледелие*, (2): 55–59.

Shvebs G.I., Lisetskii F.N. 1989. Design of a contour-meliorative system of soil conservation agriculture. *Zemledelie*, (2): 55–59. (in Russian)