

На правах рукописи

УДАЛОВА ОЛЬГА ГЕННАДЬЕВНА

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС И МУЛЬЧИРОВАННЫХ ЩЕЛЕЙ
НА ЭРОЗИЮ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАСТБИЩ В СТЕПИ
ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ**

**06.03.03 – Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и
озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Саратов - 2014

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова».

**Научный
руководитель**

Проездов Петр Николаевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Официальные
оппоненты:**

Барабанов Анатолий Тимофеевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ГНУ «ВНИИ агролесомелиорации»,
главный научный сотрудник

Воробьева Ольга Михайловна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный
аграрный университет», доцент кафедры «Агроэкология
и защита растений»

**Ведущая
организация**

ФГБОУ ВПО «Воронежская лесотехническая академия»

Защита состоится 25 декабря 2014 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.06 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» по адресу: г. Саратов, ул. Советская, 60, аудитория 325 им. А.В. Дружкина.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» по адресу: 410012 г. Саратов, Театральная пл., 1 и на сайте www.sgau.ru.

Отзывы на автореферат просим высылать по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1. E-mail: dissovet01@sgau.ru.

Автореферат разослан _____ 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Маштаков Дмитрий
Анатольевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Защита почв от эрозии является актуальной задачей аграрного сектора экономики Российской Федерации. На сегодняшний день в РФ более 50% пастбищных угодий подвержены деградации (ВНИИ агролесомелиорации, 2008). В Саратовской области эродированных почв свыше 75%, потери гумуса за последние 20 лет составили 0,3-0,7 %. Проблема усугубилась в связи с сокращением в нашей стране противоэрозионных работ, которые должны выполняться в системе с агро-, лесо-, гидромелиоративными мероприятиями. Для полной защиты полей в Саратовской области к имеющимся 150 тыс. га необходимо создать еще около 300 тыс. га защитных лесных насаждений (ЗЛН), агролесомелиоративные противоэрозионные мероприятия должны проводиться на площади 650 тыс. га.

Степень разработанности темы. Теория и практика борьбы с эрозией почв изложены в трудах В.В. Докучаева (1878, 1953), Г.Н. Высоцкого (1938), А.Н. Костякова (1960), И.А. Кузника (1938, 1962), Н.И. Суса (1925, 1949), С.С. Соболева (1948, 1960), А.С. Козменко (1953), Г.П. Сурмача (1973, 1976), Р.Е. Хортон (1948), W.H. Wismeier, P.P. Smith (1958) и др., лейтмотивом которых является системность подхода к защите земель от эрозии с каркасом лесных полос с валами-канавами, размещенных дифференцированно от водораздела до гидрографической сети. В межполосных пространствах разрабатывались и совершенствовались агролесомелиоративные противоэрозионные приемы. Системность обосновывалась изысканием, проектированием, строительством и эксплуатацией объектов защиты земель от эрозии.

Цель исследования – повышение продуктивности пастбищ противоэрозионными агролесомелиоративными приемами в системе лесных полос.

Задачи исследования:

- обоснование расстояния между щелями при щелевании пастбищ с учетом мелиоративного влияния лесных полос;
- совершенствование приемов защиты щелей от процессов заиления и льдистости растительными остатками с определением дозы сечки соломы;
- установление в опытах с влиянием лесных полос и щелевания с мульчей щелей регрессионно-корреляционных зависимостей: инфильтрации почвы от продолжительности снеготаяния и ливней; эрозии от элементов водного баланса;
- изучение продуктивности и видового состава травостоя с установлением регрессионной зависимости коэффициента водопотребления трав пастбищ от элементов водного баланса;
- определение экономической эффективности лесных и агротехнических противоэрозионных мелиораций.

Научная новизна исследования. Обосновано расстояние между мульчированными щелями при щелевании пастбищных угодий с учетом мелиоративного влияния лесных полос. Разработаны приемы защиты щелей от заиления и льдистости заполнением щелей сечкой соломы. Определена доза сечки соломы в зависимости от расстояния между щелями. Установлены в опытах с учетом мелиоративного влияния лесных полос и щелевания с мульчей щелей

регрессионно-корреляционные связи между: инфильтрационной способностью почвы и продолжительностью снеготаяния и ливней; эрозией почв и составляющими водного баланса. Определены продуктивность и видовой состав травостоя под влиянием лесных полос с установлением регрессионной зависимости коэффициента водопотребления трав пастбищ от элементов водного баланса.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретические разработки и экспериментальные исследования выявили, что проблема линейной эрозии решается созданием лесных полос с валами-канавами от водораздела до гидрографической сети с частичным уменьшением поверхностной эрозии, дальнейшее снижение которой до допустимой величины связано с агромелиорацией в межполосных пространствах. При щелевании пастбищ решена задача заиления и льдистости щелей путем внесения в щели растительных остатков – сечки соломы. Расстояния между щелями зависят от гранулометрического состава почв, проективного покрытия растительности, уклона, влияния лесных полос, интенсивности ливней. Расстояние между щелями на различном удалении от лесных полос и доза сечки соломы рекомендуются проектным и производственным организациям.

На основании проведенных исследований производству предложены технологические приемы по вовлечению эродированных земель в сельскохозяйственный оборот. Акт внедренных мероприятий согласно хозяйственному договору №18/14М от 19.03.2014 г. приведен в диссертации. Материалы диссертации используются в учебном процессе ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ имени Н. И. Вавилова».

Методология и методы исследования базируются на земельном и лесном кодексах РФ с использованием принципов организации теории и практики классической агролесомелиорации, стандартных и частных методик планирования и проведения экспериментов. В исследовании были использованы: совокупность методов, применяемых в агролесомелиорации, почвоведении, земледелии, мелиорации, гидрологии, гидрометрии и др.; системный подход анализа и синтеза; методы обобщения, наблюдения, сравнения, статистические, описательные, картографические. Полученные экспериментальные данные обработаны методами вариационной статистики на ЭВМ.

Положения, выносимые на защиту:

- обоснованные расстояния между щелями при щелевании пастбищ поперек склона с учетом мелиоративного влияния лесных полос;
- приемы защиты щелей от процессов заиления и льдистости растительными остатками с обоснованием дозы сечки соломы на различном удалении от лесных полос;
- регрессионно-корреляционные зависимости с учетом мелиоративного влияния лесных полос и щелевания с мульчей щелей: инфильтрации почвы от продолжительности снеготаяния и ливней; эрозии почв от элементов водного баланса;
- продуктивность и видовой состав травостоя пастбищ;

- регрессионно-корреляционные зависимости коэффициента водопотребления трав пастбищ от элементов водного баланса.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследования подтверждается теоретическими разработками, необходимым экспериментальным материалом, статистической обработкой данных с использованием типовых компьютерных программ.

Основные материалы и положения диссертации докладывались: на конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова (2013, 2014); на Международной научно-практической конференции 26.11.13 г., посвященной 126-летию Н.И. Вавилова и 100-летию СГАУ - «Вавиловские чтения-2013» (Саратов, 2013); на III Международной научно-практической конференции «Сельскохозяйственные науки и АПК на рубеже веков» (Новосибирск, 2013); на XVI Международной научно-практической конференции 9.11.13 г. «Современные проблемы гуманитарных и естественных наук» (М., 2013).

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ объемом 4,8 печ. л. (1,9 печ. л. лично автора), в том числе 3 научные работы объемом 3,2 печ. л. (0,9 печ. л. лично автора) в рецензируемых научных изданиях.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

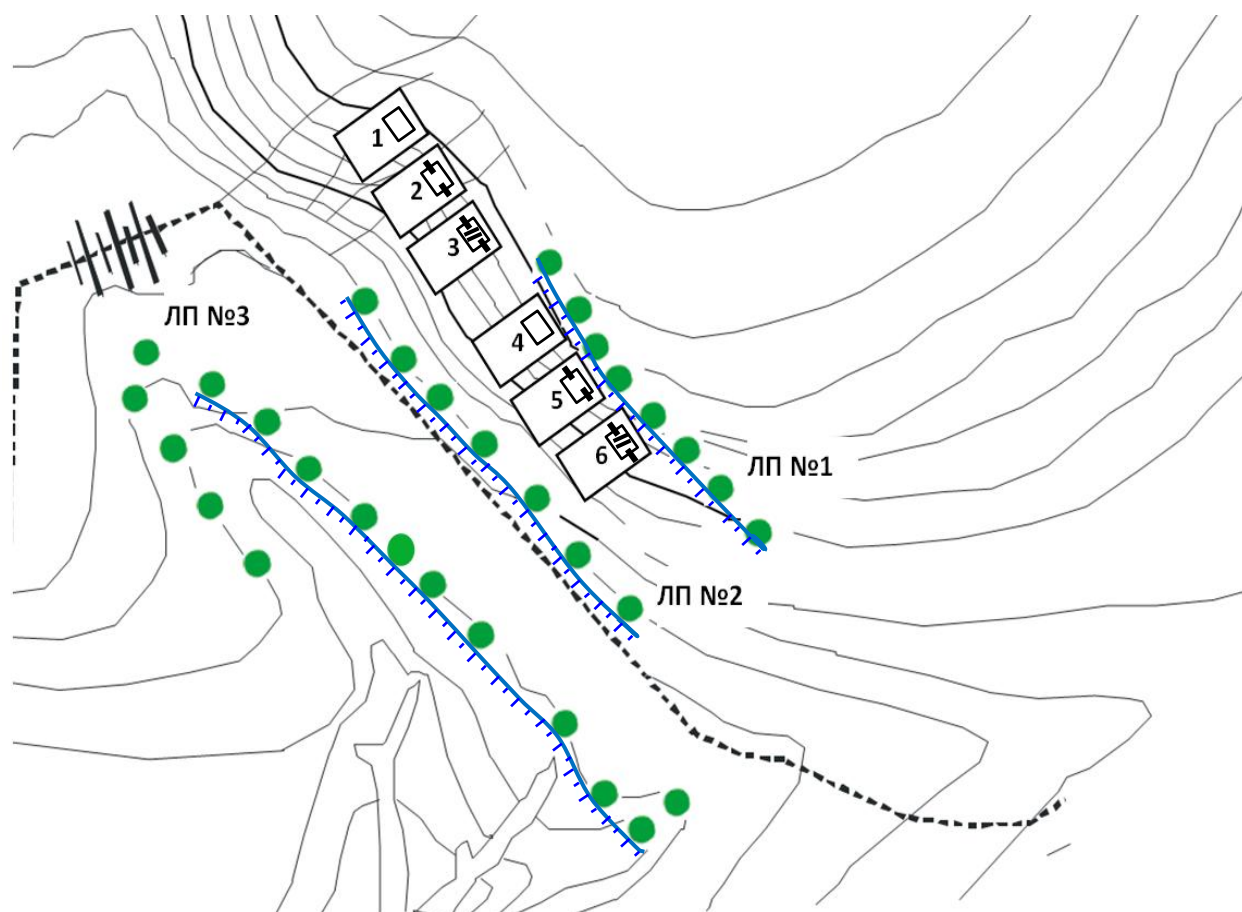
Во введении обозначена актуальность работы; сформулированы цель, задачи исследований, основные положения, выносимые на защиту; обоснованы научная новизна, теоретическая и практическая значимость; доказана достоверность полученных результатов и выводов, рекомендаций производству; намечены перспективы дальнейшей разработки темы.

Глава 1 «Аналитический обзор (состояние вопроса)». Проблема эрозии почв и противоэрозионных мелиораций (ПЭМ) в сельском хозяйстве остается одной из актуальных в России. Наиболее значимыми попытками ее решения являются результаты работ Докучаевской экспедиции Лесного департамента в 1892–1899 гг. и песчано-овражных партий 1908–1916 гг., практические воплощения планов преобразования природы, принятых в 1921, 1931, 1948, 1966, 1967 гг.

В разделе изложены история и современное состояние проблемы эрозии и противоэрозионных мелиораций с анализом отечественного и зарубежного опыта восстановления эродированных земель: В.В. Докучаев (1878, 1953), Г.Н. Высоцкий (1938, 1952), А.С. Козменко (1937, 1954), А.Н. Костяков (1960), И.А. Кузник (1938, 1962), С.С. Соболев (1948, 1960), Д.Л. Арманд (1961), Н.И. Сус (1949), Г.П. Сурмач (1976, 1992), В.М. Ивонин (1983, 1992), И.Г. Зыков (1985, 2006), А.Т. Барабанов (1993, 2006), Е.А. Гаршинев (1995), Ю.В. Бондаренко (1982, 2004), А.И. Шабаетов (1974, 2013), П.Н. Проездов (1983, 1999, 2008, 2013), Х.Х. Бенетт (1958), G.P. Grahau (1984), L. Parent (1982), H.I. Fiedler (1973), W.H. Wismeier, P.P. Smith (1958), R.Evans (1990), L.K. Lee (1990), E.S. Verry (2000), Richard H. Yahner (2000), L. Belanger (2002) и др.

Анализируя опыт использования противоэрозионных мелиораций, можно сделать выводы, что эффективность восстановления эродированных пастбищных угодий сдерживается недостаточным теоретическим обоснованием и практическим применением.

Глава 2 «Объекты, условия и методика исследований». Объектом наблюдений и исследований является система противоэрозионных мелиораций (ПЭМ), расположенная на территории СПК «Лесной» Татищевского района Саратовской области (рисунок 1).






-  - стоковые площадки. **Варианты опыта:** 1. Контроль; 2. Щелевание (Щ); 3. Щелевание + вертикальное мульчирование щелей соломой, 5 т/га (Щ_{мчв-5}); 4. Лесные полосы (ЛП); 5. ЛП+Щ; 6. ЛП + Щ_{мчв-5};
-  - лесные полосы №№ 1,2,3 с валами-канавами (система лесных полос);
-  - рамки внутри стоковых площадок для изучения инфильтрации: контроль; Щ; Щ_{мчв-5}.

Рисунок 1 - Схема опытов в СПК «Лесной» Татищевского района Саратовской области

Система ПЭМ, созданная под руководством П.Н. Проезда, с 1984 г. включает следующие элементы (рисунок 1):

- организацию территории на контурной ландшафтной основе;

– засыпку склоновых оврагов глубиной до 4 м, шириной по верху до 8 м и объемом грунта до 16 м³ на 1 м с планировкой и сохранением плодородного слоя почвы;

– внесение навоза 20 т/га + N₆₀P₃₀K₃₀;

– посадку трех лесных полос (1967 и 1984 годов посадки) плотной конструкции. Главная порода дуб черешчатый, сопутствующие – клен остролистный, ясень ланцетный и яблоня лесная, в опушечных рядах лесных полос кустарники – смородина золотистая и лох узколистный. Лесные полосы усилены по нижней опушке валами-канавами, устроенные плантажным плугом ППН-50.

Климат района исследования – засушливо-континентальный. Среднегодовая температура воздуха +4,9⁰С. Годовая норма осадков 424 мм. За вегетационный период выпадает около 70% годовой суммы осадков. Среднегодовой гидротермический коэффициент (по Г.Т. Селянинову) равен 0,8. Общий характер рельефа волнистый, с расчлененностью до мелиорации 0,9-1,2 км/км². В верхней части склоны слабополгие и пологие с крутизной 0,5-3⁰, в средней и нижней – покато-крутые (5-8⁰), у оврагов – пологие (3⁰).

Литологическое строение зоны аэрации изучаемого водосбора включает почвенный покров мощностью в присетевом фонде около 0,5 м со значительным содержанием опоки (20–30%), глубже располагается плитчатая, трещиноватая опока мощностью 0,6 - 1,7 м, глубже над водоупором грунтовых вод – суглинки и супеси. Содержание гумуса в почве – 3,2-3,8%.

Почвообразующая порода – опока, определяющая неполный профиль почв, их щебенчатость. Почва опытного участка – чернозем южный неполноразвитый щебенчатый среднесуглинистый среднесмытый на опоке. Плотность сложения почв 0,97 – 1,16 г/см³, пористость – 56–64 %, наименьшая влагоемкость – 21–25 %. Высокая водопроницаемость – от 0,86 на пастбищах до 1,46 мм/мин в лесных полосах – определяется щебенчатостью почв.

Опыты проводились в соответствии с общепринятыми методиками ведущих НИИ и вузов России (МГУ, 1976, 1981), МГУП (1983, 2001), ВНИАЛМИ (1967, 1973, 1985, 1987), ВНИИЗиЗПЭ (1985, 1991), НИИСХ Юго-Востока (1973), ГГИ (1975, 1986).

Элементы водного баланса (запасы воды в снеге, осадки, поверхностный сток, водопоглощение), эрозия исследовались нами согласно «Методическим рекомендациям по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии» (Л., 1975).

Варианты опыта по исследованию мелиоративного влияния лесных полос и щелевания с мульчей щелей на инфильтрацию, элементы водного баланса, эрозию почв, водопотребление и продуктивность трав пастбищ приведены на рисунке 1. Размеры стоковых площадок 10×5 м. Щели глубиной 0,3 м нарезались щелевателем ЩН-2-140 через 1,4 м, заполнялись сечкой соломы длиной 0,15 м на глубину 0,10 м в дозе 5 т/га вручную.

Водно-физические свойства почв определяли по методу Н.А. Качинского (1965, 1976), А.А. Роде (1965, 1969). Водопотребление трав пастбищ определяли по А.Н. Костякову (1960), а продуктивность естественного травостоя – на

площадках размером 50м² (10м × 5м) с взятием снопов по обе стороны щели 0,5 × 0,5 м в четырехкратной повторности (Доспехов Б.А., 1987, НИИСХ Юго-Востока, 1973). Видовой и количественный состав трав пастбища определялся по определителю П.Ф. Маевского (2006) и методике Д. Брауна (1957) методом сплошного учета.

Для математической обработки опытных данных применяли дисперсионный, регрессионный и корреляционный анализы с использованием методики Б.А. Доспехова (1987) и типовых компьютерных программ Statistica 7,0, Microsoft Excel и Origin 6,0.

Глава 3 «Воздействие лесных полос и щелевания с мульчированием на инфильтрацию, элементы водного баланса и эрозию почв». Эффективность системы лесных и агротехнических противозерозионных мелиораций определяется оптимальным размещением её элементов в агроландшафтах, надежностью гидрологического обоснования, доступностью выполнения соответствующих мелиоративных приемов.

Теоретический аспект решения проблемы защиты земель от эрозии заключается в создании контурных противозерозионных рубежей – лесных полос, усиленных валами-канавами, и агроприемов в междурубежных пространствах. Междурубежные расстояния обратно пропорциональны уклонам склона и составляют в нашем опыте 300 м (П.Н. Проездов, 1999, 2012).

Лесные полосы с валами-канавами, как противозерозионные рубежи предотвращают линейную и снижают поверхностную эрозию, дальнейшее уменьшение которой до допустимой величины возможно агро-мелиоративными приемами регулирования стока (щелеванием, устройством микролиманов, лункованием и др.). Из исследуемых приемов на пастбищах оптимальным оказалось щелевание, к недостаткам которого относятся заиливание от стока талых и ливневых вод и льдистость щелей от зимних оттепелей. Решение проблемы заключается в обосновании расстояний между щелями и заполнении щелей растительными остатками, в нашем опыте, сечкой соломы.

Междщелевое расстояние зависит от многих факторов, главными из которых являются гранулометрический состав почв, проективное покрытие растительности, уклон (П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, 2008, 2012).

Дальнейшими исследованиями установлено, что лесные полосы совместно с мульчированными щелями снижают величины стока и эрозии почв и позволяют увеличить междщелевое расстояние, рассчитываемое по зависимости (П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, О.Г. Удалова, 2014):

$$L_{щ} = \frac{K_{лп} K_{гр} K_{60p}}{K_j e^{\frac{i}{4}}} \quad (1)$$

где $L_{щ}$ – расстояние между щелями, м;

$K_{лп}$ – коэффициент, учитывающий влияние лесных полос в высотах (Н), м. Нами установлено, что на расстоянии от ЛП в высотах лесной полосы: 1Н (15 м) → $K_{лп} = 0,8$; 3Н (40 м) → $K_{лп} = 0,6$;

$K_{гр}$ – коэффициент, учитывающий гранулометрический состав почв. Для среднесуглинистых почв - $K_{гр} = 3,5$;

K_{60p} – коэффициент, учитывающий проективное покрытие растительности (р). При $p \leq 60\% \rightarrow K_{60p} = 0,7$, при $p > 60\% \rightarrow K_{60p} = 1,0$. Для пастбищных угодий $K_{60p} = 1,0$;

K_j – коэффициент, учитывающий влияние уклона: в наших исследованиях $j = 0,09$ (5^0) и $K_j = 0,95$;

i – интенсивность ливня, $i = 0,3-5$ мм/мин;

$e^{\frac{i}{4}}$ – коэффициент, учитывающий заиливание щелей в результате капельной эрозии. $e^{\frac{i}{4}} = 1,3-3,5$. $i < 0,3$ мм/мин. $\rightarrow e^{\frac{i}{4}} = 1,0$; $i = 0,3-5$ мм/мин. $\rightarrow e^{\frac{i}{4}} = 1,3-3,5$;

для весенней эрозии $e^{\frac{i}{4}} = 1$; e – основание натурального логарифма ($e = 2,718\dots$);

В целях защиты щелей от заиливания и льдистости применялось вертикальное мульчирование сечкой соломы длиной 0,15 м на глубину 0,10 м (рисунок 2).

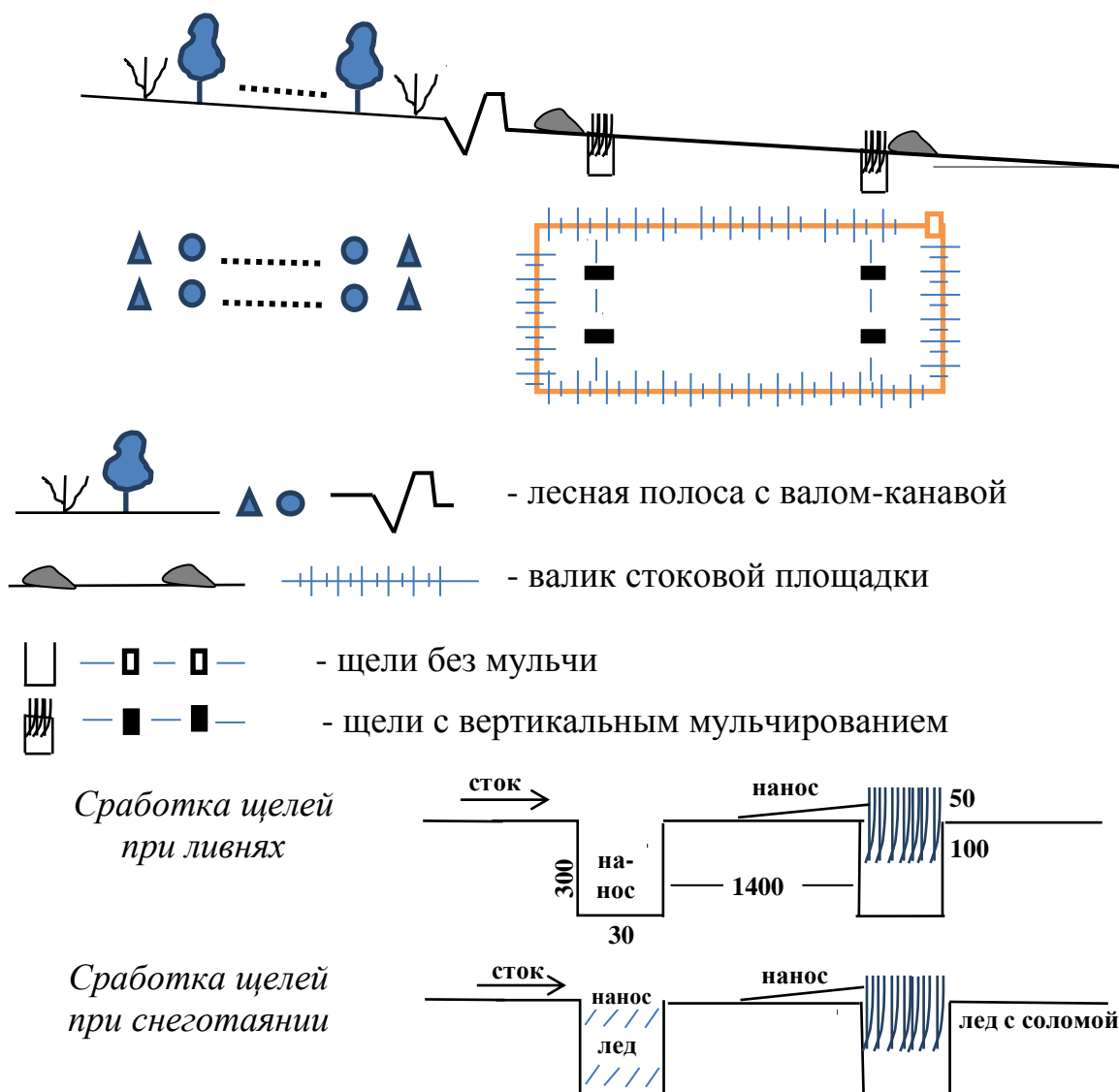


Рисунок 2- Расположение лесной полосы, щелей, стоковых площадок и процесс сработки щелей при снеготаянии и ливнях

Доза вертикального мульчирования сечкой соломы в основном зависит от глубины заделки мульчи в щель, расстояния между щелями и других параметров (см. рисунок 2) (П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, О.Г. Удалова, 2014):

$$D_{\text{МЧВ}} = 10000 \frac{p_c d_{\text{щ}} h_{\text{МЧВ}}}{L_{\text{щ}}} \quad (2)$$

где $D_{\text{МЧВ}}$ – доза вертикально мульчирования, т/га; 10000 – переводной коэффициент на 1га; p_c – плотность сложения соломы, т/м³; $d_{\text{щ}}$ – ширина щели, м; $h_{\text{МЧВ}}$ – глубина заделки мульчи в щель, м; $L_{\text{щ}}$ – расстояние между щелями, м.

Исследования воздействия лесных полос на инфильтрацию и эрозию почв показали, что с удалением от лесных полос расстояние между щелями должно уменьшаться, а дозы внесения сечки соломы увеличиваться. При крутизне склона 5° на удалении 1 Н от лесной полосы расстояние между щелями составляет 2,8 м, доза мульчи – 2,4 т/га, на удалении 3Н соответственно – 2,1м и 3,2 т/га.

Расчетным методом по формулам 1 и 2 установлено, что на удалении от ЛП 10Н расстояния между щелями составят 1,4 м при дозе мульчи – 5,0 т/га, на удалении 20Н соответственно 0,7 м и 9,6 т/га.

Защита почв от эрозии до допустимой величины 0,3 т/га (П.Н. Проездов, 1999) для чернозема южного мощностью А+В < 0,5 м решается применением приемов щелевания с мульчей щелей в системе лесных полос дифференцировано от водораздела до гидрографической сети.

Агромелиоративные противоэрозионные приемы – щелевание с вертикальным мульчированием щелей проводились в межполосных пространствах, созданных ранее лесных полос с валами-канавами в нижней опушке в приводораздельном (1984 г.), присетевом (1984 г.) и гидрографическом фондах (1967 г.). Главная порода в плотных лесных полосах – дуб черешчатый (*Quercus robur*), сопутствующие – клен остролистный (*Acer platanoides*), ясень ланцетный (*Fraxinus lanceolata*), яблоня лесная (*Malus sylvestris*), кустарники – смородина золотистая (*Ribes aureum*) и лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*). Дуб в 30 и 45 лет растет по II-III классу бонитета с сохранностью 55-70% и занял господствующее положение в лесных полосах. Ширина лесных полос – 36-63 м, высота 7,5 м (таблица 1). Расстояние между лесными полосами 250-300 м, которые обеспечили защиту почв от линейной эрозии отсутствием повторного образования оврагов. В межполосных пространствах с целью снижения поверхностной эрозии до допустимой величины испытывались варианты щелевания, мульчирования щелей и лесных полос, указанные на рисунках 1,2 и в таблице 2.

Необходимо отметить, что по значениям снегозапасов накануне снеготаяния наблюдались две малоснежные (2010-2011гг. и 2012-2013гг.), две среднеснежные (2008-2009гг. и 2009-2010гг.) и одна многоснежная зимы (2011-2012 гг.). Лесные полосы увеличивают снегозапасы в среднем на 40%, что предохраняет почву от промерзания, льдистости. Очень малоснежная зима 2013-2014 гг. с запасами воды в снеге около лесных полос 60 мм (высота снега 20 см) предопределила промерзание и льдистость почв с коэффициентами стока более 0,8.

Таблица 1 - Агролесомелиоративное описание лесных полос в СПК «Лесной» (2013 г.)

Назначение лесной полосы	Ширина ЛП, м число рядов	Схема смешения, уклон местности, ТЛУ	Древесная порода		
			Возраст, лет	Средние	
				Диаметр, см	Высота, м
Стокорегулирующая лесная полоса №1 (Приводораздельный фонд)	57 19 рядов	Лу - Ко - Дч - Ко - Кт - Дч - Кт - Ял - Ял - Дч - Дч - Ко - Ял - Дч - Дч - Кт - Ко - Смз - Смз Размещение 3,0 x 0,8 Подрост отсутствует, 3 ⁰ , ТЛУ - С ₁ (судубрава)	Дч -30	10,2	7,5
			Ко -30	6,2	5,5
			Ял -30	6,2	6,2
Стокорегулирующая лесная полоса №2 (Присетевой фонд)	63 21 ряд	2См - Ко - 3Дч - 2Ко - См - Ко - 2Дч - Ко - 2 Дч - Ко - Дч - Смз - Дч - 2Смз Размещение 3,0 x 0,8 Подрост отсутствует 5-8 ⁰ , ТЛУ - Д ₁ -Д ₂ (дубрава)	Дч -30	8,8	6,9
			Ко -30	8,6	7,5
Приовражная лесная полоса №3 (Гидрографический фонд)	36 18 рядов	Лу - 2Яб - 2Дч - 3Яб - 2Дч - 3Яб - 2Дч - 2Яб - Лу Размещение 2,0 x 1,0 Подрост отсутствует, 3 ⁰ ТЛУ - Д ₂	Дч -45	13,2	11,2

Примечание: Дч – дуб черешчатый, Ко – клен остролистный, Ял – ясень ланцетный, Яб – яблоня лесная, Смз – смородина золотистая, Лу – лох узколистный. ТЛУ – тип лесорастительных условий.

Таблица 2 - Влияние лесных полос и щелевания с мульчей щелей на элементы водного баланса и эрозию чернозема южного в степи Приволжской возвышенности (в среднем за 2009-2013 гг.)

Варианты опыта (крутизна склона 5 ⁰)	Запасы воды в снеге, мм	Весенний сток, мм	Ливневый сток*, мм	Водопоглощение весеннее + ливневое, мм	Эрозия почв**		
					весенняя, т/га	ливневая, т/га	Всего, т/га
					мутность, г/л	мутность, г/л	
К	103	9,3/0,09	13,4/0,32	130	0,38/4,1	1,62/12,0	2,00
Щ	103	11,4/0,11	14,9/0,35	126	0,58/5,1	2,01/13,5	2,59
Щ _{МЧВ-5}	112	3,9/0,03	5,3/0,13	152	0,12/3,1	0,40/7,5	0,52
ЛП	143	1,6/0,01	5,6/0,13	184	0,07/4,4	0,49/8,8	0,56
ЛП + Щ	144	0,6/0,004	4,4/0,10	188	0,02/3,3	0,39/8,9	0,41
ЛП + Щ _{МЧВ-5}	144	0/0	1,3/0,03	192	0/0	0,08/6,2	0,08

Примечания. Обозначения вариантов опыта показаны на рис. 1

*Ливневые осадки со стоком – 49 мм; **Допустимая эрозия – 0,3 т/га.

Весенний сток с открытых пастбищ наблюдался в 2010, 2011 и 2013 гг. величиной 9,5-43,3 мм с коэффициентами стока 0,18-0,70 и смывом почвы 0,31-2,63 т/га. Щелевание в условиях маловодных весен, с величиной стока менее 20 мм, обеспечило снижение эрозии, а весной 2013 г., когда наблюдалась льдистость

щелей, увеличило сток на 59,8%, а эрозию – на 78,9%. В этих условиях «сработало» вертикальное мульчирование щелей, которое уменьшило сток в 2,6 раза, эрозию в 3 раза. За пять лет наблюдений было зафиксировано 6 ливней со стоком: в 2012 и 2013 гг. – по два ливня. Весенний и ливневый сток заиливали щели без применения мульчи, тем самым способствовали увеличению стока и эрозии. Щелевание с мульчированием щелей снижало ливневый сток в 1,5-2,6 раза, эрозию – 2-6,6 раза.

Анализируя три весны и шесть ливней со стоком за 2009-2013 гг. исследований, можно констатировать, что допустимой величины эрозии почв 0,3 т/га можно достигнуть только в системе лесных полос при щелевании с мульчированием щелей в межполосных пространствах (см. таблицу 2).

Суммарная весенняя и ливневая эрозия на 90,7% обусловлена влиянием поверхностного стока и водопоглощения (рисунок 3), зависящие от интенсивности снеготаяния и ливней, промерзания, влажности и льдистости почв.

$$Y = 0,455 - 0,005 * X_1 + 0,095 * X_2 \quad R^2=0,907$$

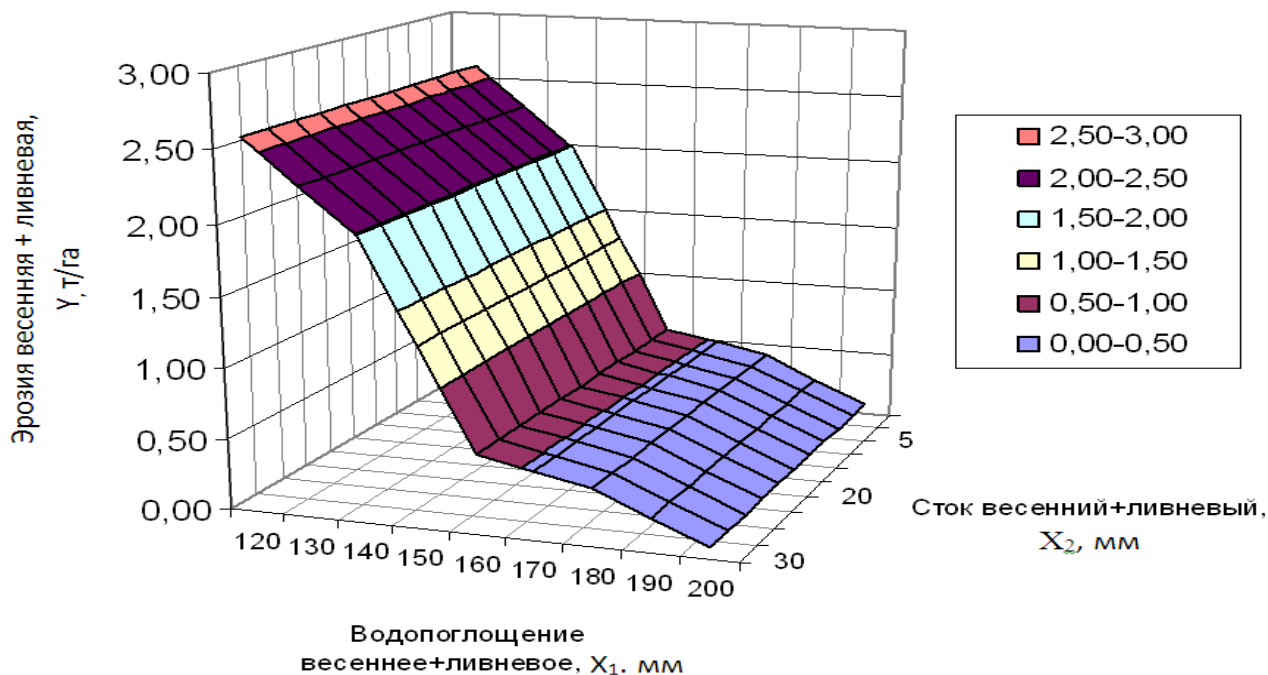


Рисунок 3 – Зависимость суммарной весенней и ливневой эрозии от элементов водного баланса (в среднем 2009-2013 гг.)

Поверхностный сток и эрозия предопределяются инфильтрационной способностью почв. Почва преобразует явления гидрометеорологические в процессы гидрологические. Инфильтрация талой воды перед снеготаянием на пастбищных угодьях без влияния лесных полос за первые 1-2 часа возрастает от 0,07 на контроле до 0,25 мм/мин на вариантах при щелевании с мульчей щелей. Причем, с щелями без мульчирования самое низкое впитывание – от 0,08 до 0,11 мм/мин, или в 2,3 раза меньше, что связано с льдистостью и заиливанием и последующими максимальными значениями стока и эрозии (см. рисунок 4).

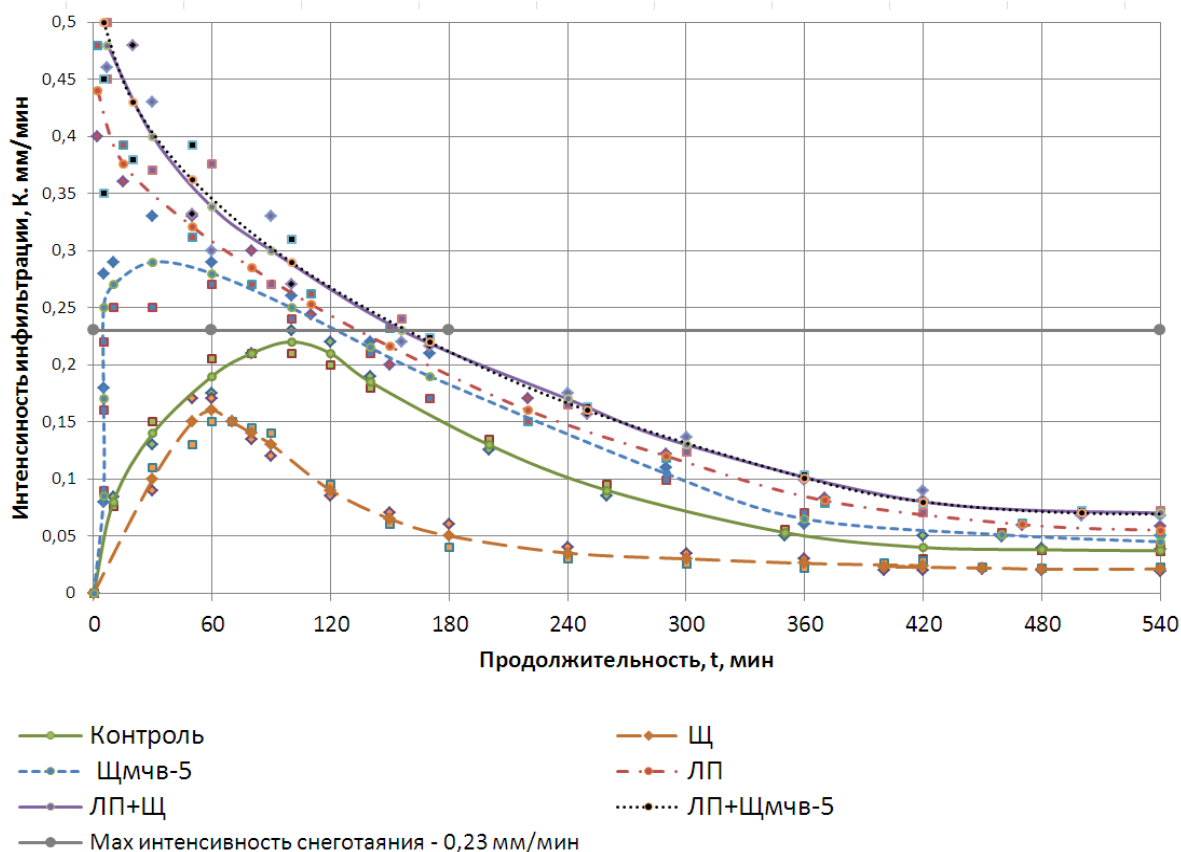


Рисунок 4 – Инфильтрация воды перед снеготаянием на пастбище

Лесные полосы, предохраняющие почву от промерзания и льдистости за счет снежных шлейфов, положительно влияют на инфильтрацию: за 1-й час превышение составляет 2,5-6,0 раза по сравнению с вариантами без лесных полос. Максимальная интенсивность снеготаяния для условий степи Приволжской возвышенности – около 0,23 мм/мин (И.А. Кузник, 1962, 1970).

Впитывающая способность почв во время ливней предопределяется заиливанием щелей, в которых формируется более тяжелый осадок по гранулометрическому составу, что снижает инфильтрационные свойства пастбищ. Наносы в результате эрозии откладывается перед мульчей, и щели срабатывают (см. рисунок 2). Щели заиливаются практически после первого ливня, а последующие ливни вызывают часто большие значения стока и эрозии. Средняя максимальная интенсивность ливней за годы исследований составила 2,3 мм/мин, экстрим – 4,8 мм/мин. Лучшие показатели инфильтрации на пастбищах при первых и повторных ливнях – на вариантах с лесными полосами, щелеванием и мульчированием щелей, где впитывание за 1-й час превышало опыты без агротехнических и лесомелиоративных приемов в 1,1-4,1 раза (см. рисунок 5).

Регрессионные уравнения зависимостей интенсивности инфильтрации от продолжительности снеготаяния или ливней при применении лесных и агромелиоративных приемов с коэффициентами детерминации приведены в таблице 3. Более существенная связь между вышеуказанными признаками 0,95-0,98 характерна для ливней, менее – для снеготаяния – 0,53-0,86, что связано с промерзанием почв, льдистостью щелей, а следовательно, с начальной инфильтрацией.

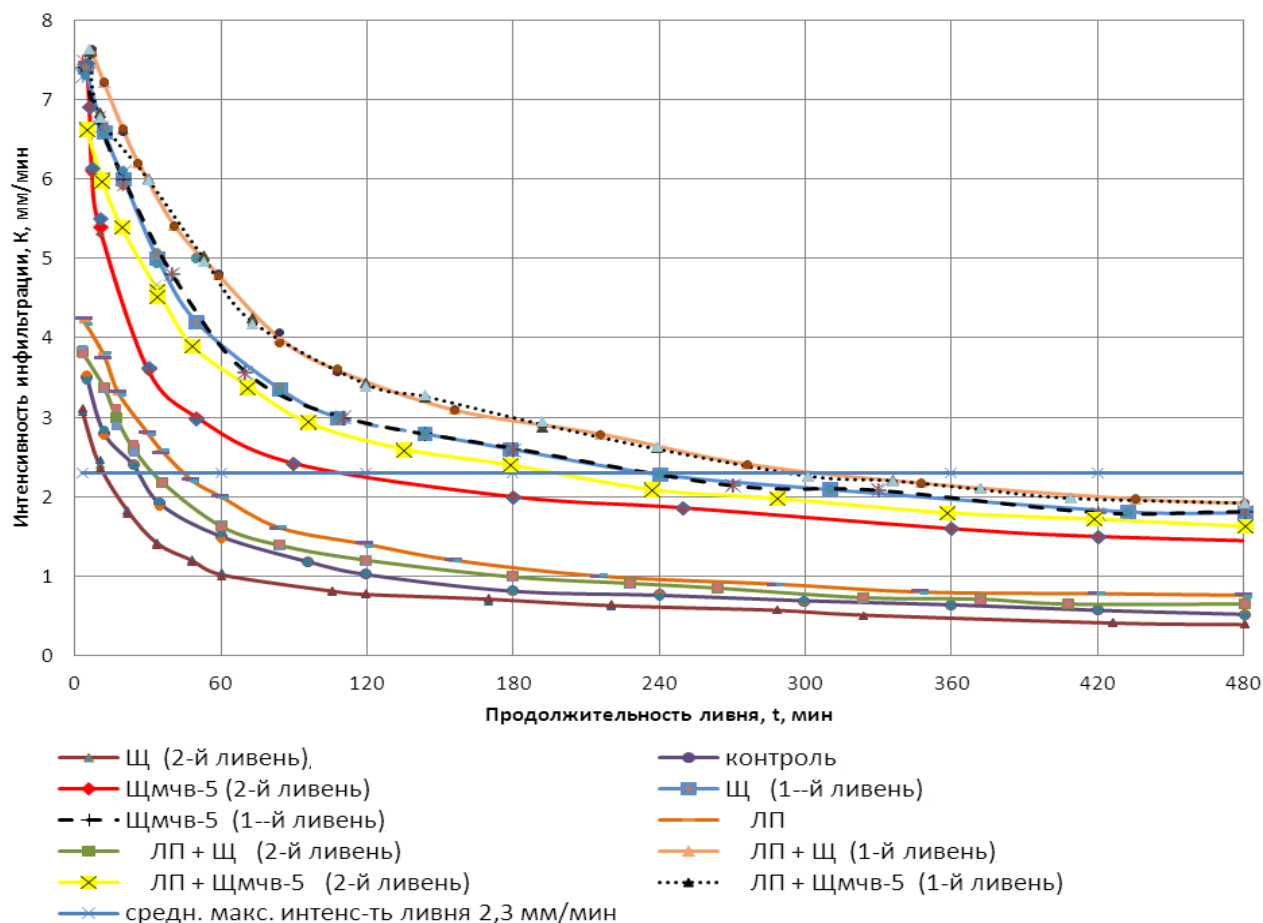


Рисунок 5 - Инфильтрация воды при ливнях на пастбище

Таблица 3. – Уравнения зависимости инфильтрации К (мм/мин) от продолжительности снеготаяния, или ливней t (мин)

Варианты опыта	Уравнение	Коэффициент детерминации, R ²
Инфильтрация воды перед снеготаянием на пастбище		
К	$K = 1E-08t^3 - 1E-05t^2 + 0,0021t + 0,0628$	0,81
Щ	$K = 5E-09t^3 - 4E-06t^2 + 0,0006t + 0,0843$	0,60
Щ _{мчв-5}	$K = 1E-08t^3 - 1E-05t^2 + 0,0017t + 0,162$	0,53
ЛП	$K = 0,9705t^{-0,373}$	0,72
ЛП + Щ	$K = 1,3581t^{-0,409}$	0,84
ЛП + Щ _{мчв-5}	$K = 1,2758t^{-0,414}$	0,86
Инфильтрация воды при ливнях на пастбище		
К	$K = 8,4852t^{-0,442}$	0,98
Щ (1-й ливень)	$K = 14,34t^{-0,331}$	0,97
Щ (2-й ливень)	$K = 5,9167t^{-0,423}$	0,98
Щ _{мчв-5} (1-й ливень)	$K = 12,956t^{-0,311}$	0,96
Щ _{мчв-5} (2-й ливень)	$K = 12,308t^{-0,349}$	0,99
ЛП	$K = 10,145t^{-0,418}$	0,96
ЛП + Щ (1-й ливень)	$K = 18,296t^{-0,355}$	0,97
ЛП + Щ (2-й ливень)	$K = 8,326t^{-0,408}$	0,96
ЛП + Щ _{мчв-5} (1-й ливень)	$K = 16,183t^{-0,335}$	0,96
ЛП + Щ _{мчв-5} (2-й ливень)	$K = 13,427t^{-0,335}$	0,98

Применение лесных полос и щелевания с мульчей щелей достоверно снижает эрозию до допустимой величины при снеготаянии и ливнях.

Глава 4 «Продуктивность и водопотребление трав пастбищ под влиянием лесных и агротехнических мелиораций». Влияние лесных полос и щелевания с мульчей щелей на продуктивность естественного травостоя пастбищ 1-го укоса приведено в таблице 4.

Бурение скважин на влажность каждую декаду с последующим установлением величины поступающей влаги из нижних пластов в корнеобитаемый слой почвы (0,8м) позволил оценить урожайность и водопотребление трав пастбищ 1-го укоса. Влага накоплена на вариантах без лесных полос в среднем 8 мм (до 27 мм) за счет снега, а под влиянием снежных шлейфов лесных полос - 41 мм (до 63 мм) и талой воды поверхностного стока – 11,4 мм (до 43,3 мм).

Под воздействием лесных полос глубже расчетного слоя почвы (0,8м) накапливается влаги на 15-20% больше, что без лесных полос характерно только для многоснежных зим. В малоснежные зимы на вариантах без лесных полос использование почвенной влаги из слоя больше расчетного отсутствовало, а повышение урожайности связано с привнесением питательных элементов соломой и снижением выноса их из почвы со стоком. По мере отрастания корневая система использует воду глубинных слоев почвы, что влияет на коэффициент водопотребления трав, значение которого уменьшается с увеличением водопоглощения и снижением стока (см. таблицу 4 и рисунок 6).

Таблица 4 - Влияние щелевания и лесных полос на водопотребление трав пастбищ 1-го укоса (2009-2013 гг.)

Показатели	Варианты опыта					
	К	Щ	Щ _{МЧВ-5}	ЛП	ЛП + Щ	ЛП + Щ _{МЧВ-5}
Запасы воды в снеге, мм	103	103	112	143	144	144
Эрозия, т/га*	2,00	2,59	0,52	0,56	0,41	0,08
Осадки эффективные, мм	79	79	79	79	79	79
Использование почвенной влаги, мм: всего	116	119	127	146	148	153
в слое 0,8м	107	111	115	125	128	130
подтягиваемая влага из слоя > 0,8м	9	8	12	21	20	23
Суммарное водопотребление, мм	195	198	206	225	227	232
Урожайность трав, т/га**	1,75	1,87	2,45	2,64	2,82	3,12
Коэффициент водопотребления, м ³ /т	1114	1059	841	852	805	744

*Допустимая эрозия – 0,3 т/га; **НСР₀₅=0,16 т/га.

Коэффициент водопотребления естественных трав пастбищ 1-го укоса на 95% обусловлен влиянием водопоглощения и стока под воздействием лесных полос, щелевания и мульчирования.

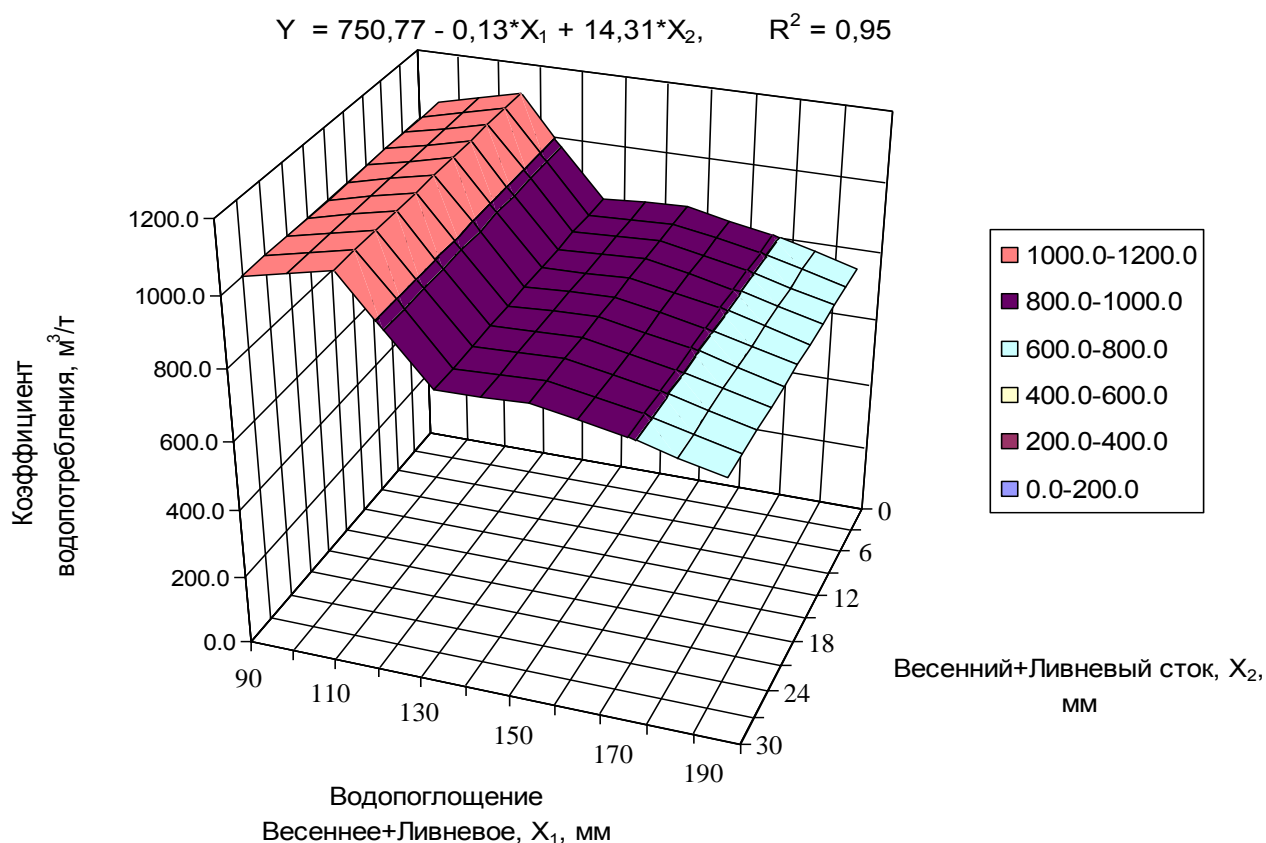


Рисунок 6 - Зависимость коэффициента водопотребления трав пастбищ 1-го укоса от водопоглощения и стока

Урожайность трав пастбищных угодий под влиянием лесных полос после многоснежных зим превышала контроль на 40,4%, малоснежных - на 44,0%, а совместно с щелеванием и мульчированием соответственно – на 43 и 71%: с уменьшением запасов воды в снеге наблюдается закономерное увеличение в удельном весе продуктивности трав по сравнению с открытой местностью.

Лесные полосы с валами-канавами оказывают существенное влияние на видовой состав трав, который меняется от степного к лесостепному типу с появлением злаково-бобового разнотравья (чина клубненосная – *Lathyrus tuberosus*, клевер луговой – *Trifolium pratense*, астрагал датский - *Astragalus danicus*, мятлик луговой - *Poa pratensis* и др.). Наблюдалось существенное различие не только по качественному, но и по количественному составу видового разнообразия травяного покрова в зависимости от варианта изучения. Так, на первых трех вариантах опыта без влияния лесных полос, видовой состав трав включал 19 видов 8 семейств с преобладанием семейства злаковых (26,3%) и астровых (21,1%). На вариантах опыта под влиянием лесных полос насчитывалось 36 видов разнотравья 11 семейств. Преобладали бобовые (27,8%), злаковые (19,4%) и астровые (13,9%). Количественное увеличение видов трав семейства бобовых на варианте под влиянием лесной полосы составило 2,6 раза.

Глава 5 «Эколого-экономическая эффективность приемов мелиорации эродированных пастбищ».

Расчеты рентабельности пастбищных угодий под влиянием мелиоративных приемов с учетом предотвращенного ущерба от эрозии, согласно методикам ВНИИ агролесомелиорации (1985, 2006) и ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (1987, 2000), приведены в таблице 5.

В затратах на продукцию учтена уборка и транспортировка трав с оценкой, исходя из переводного коэффициента в кормовые единицы 0,23 по отношению к овсу, и цены овса в 3,5 тыс. руб/т.

Проведением противоэрозионных мероприятий на существующих оврагах восстанавливаются экологические функции почвенного покрова, поэтому, наряду с расчетом прогнозируемого экономического результата, следует оценивать восстановление экологического потенциала земной поверхности, т.е. предотвращенного ущерба.

Таблица 5 - Рентабельность пастбищных угодий под влиянием лесных полос и щелевания с мульчированием, с учетом предотвращенного ущерба от эрозии (в среднем за 2009-2013 гг.)

Варианты опыта	Эрозия, т/га	Урожайность трав, т/га*	Затраты, тыс. руб/га	Оценка продукции, тыс. руб/га	Прибыль, тыс. руб/га	Рентабельность, %
К	2,00	1,75	0,91	1,41	0,50	54,9
Щ	2,59	1,87	1,37	1,51	0,14	10,2
Щ_{МЧВ-5}	0,52	2,95	1,46	2,37	0,91	62,3
ЛП	0,56	3,17	0,72	2,55	1,83	254,2
ЛП + Щ	0,41	3,38	1,17	2,72	1,55	132,5
ЛП + Щ_{МЧВ-5}	0,08	3,74	1,23	3,01	1,78	144,7

*НСР₀₅=0,16 т/га.

Проведение щелевания снизило значения рентабельности без влияния лесных полос в 5,4 раза, с лесными полосами – в 1,9 раза. Мульчирование щелей сечкой соломы позволило повысить рентабельность в 6,1 раза за счет предотвращенного ущерба в результате эрозии (см. таблицу 5). Продуктивность пастбищ под воздействием лесных полос наиболее рентабельна и составляет 254,2% благодаря тому, что ежегодные затраты на содержание лесных полос определяются амортизационными отчислениями, которые малы по сравнению с затратами на устройство щелей. Но так как смыл почвы на данном варианте превышает допустимые значения (> 0,3т/га), то мы можем спрогнозировать дальнейшее снижение урожайности трав пастбищ. В ближайшие 5-10 лет на участках под воздействием лесных полос без приема щелевания рентабельность будет иметь тенденции к снижению на 50-100%.

Дальнейшее повышение рентабельности пастбищ в системе лесных полос будет заключаться в подсеве бобовых и др. видов трав (вики, чины, клевера и др.), создающих оптимальные условия для расширения видового разнообразия, что отмечено нами в естественном травостое вблизи лесных полос.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Лесные полосы с валами-канавами, располагающиеся контурно и дифференцированно от водораздела до гидрографической сети, предотвращают линейную и частично снижают поверхностную эрозию почв.

2. В межполосных пространствах дальнейшее сокращение поверхностной эрозии почв до допустимой величины 0,3 т/га достигается щелеванием поперек склона с вертикальным мульчированием щелей для борьбы с заилением и льдистостью. Суммарная весенняя и ливневая эрозия на 90,7% обусловлена влиянием поверхностного стока и водопоглощения, предопределяемыми процессами инфильтрации почв.

3. Инфильтрационная способность почв, определяющая формирование весеннего и ливневого стока и эрозии, под влиянием лесных полос и щелевания с мульчей щелей повышается по сравнению с контролем в 2-4,5 раза, и на 53-98% обусловлена продолжительностью снеготаяния или ливней, а на 2-47% - гидрометеорологическими условиями процессов и агролесомелиоративными приемами.

4. Межщелевые расстояния, зависящие от гранулометрического состава почв, проективного покрытия растительности, уклона, уменьшаются с удалением от лесных полос: до 1Н (Н – высота ЛП) – 2,8 м; 1,1Н-3Н – 2,1 м; 3,1Н-10Н – 1,4 м; 10,1Н-20Н – 0,7 м.

5. Доза мульчирования щелей сечкой соломы, зависящая от межщелевого расстояния, увеличивается с удалением от лесных полос: до 1Н – 2,4 т/га; 1,1Н-3Н – 3,2 т/га; 3,1Н-10Н – 5,0 т/га; 10,1Н-20Н – 9,6 т/га.

6. Наибольшая существенная прибавка урожайности естественного травостоя пастбищ характерна при сочетании щелевания с вертикальным мульчированием щелей и лесных полос: после предшествующих малоснежных зим и незначительного выпадения осадков – самого неблагоприятного сочетания погодных условий – прибавка составила 17-27% по сравнению с отдельным применением щелевания и лесных полос, а с контролем в - 1,5 раза, соответственно после многоснежных зим – 12,6-15,9% и 58,1%.

7. Коэффициент водопотребления трав пастбищ 1-го укоса уменьшается на 4,9-33,2% с увеличением продуктивности, что связано с влиянием лесных полос и внесением питательных веществ соломой, и на 95% обусловлен влиянием водопоглощения и стока.

8. Под воздействием 30 и 45-летних лесных полос в межполосных пространствах степной тип растительности меняется на лесостепной с преобладанием бобовых, злаковых и сложноцветных трав. Количественное

увеличение видов трав семейства бобовых на вариантах под влиянием лесной полосы составило 2,6 раза.

9. Рентабельность пастбищ под влиянием лесных полос и агромелиоративных приемов с учетом предотвращенного ущерба от эрозии увеличивается на 89,8%.

РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Располагать контурные лесные полосы с валами-канавами по нижней опушке согласно обследованию существующей системы лесных полос на расстоянии 300 м при крутизне склонов 5° .

2. Щелевать щелерезом поперек склона в осенний период с заполнением щелей сечкой соломы межполосные пастбища на глубину 0,3 м с межщелевым расстоянием на удалении от лесной полосы: до 1Н – 2,8 м; 1,1Н-3Н – 2,1 м; 3,1-10Н – 1,4 м; 10,1Н-20Н – 0,7 м.

3. Применять дозу сечки соломы на глубину щели 0,1 м на удалении от лесной полосы: до 1Н – 2,4 т/га; 1,1Н-3Н – 3,2 т/га; 3,1-10Н – 4,8 т/га; 10,1Н-20Н – 9,6 т/га.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

- распространить исследования в лесостепную и сухостепную зоны Приволжской возвышенности и на различные типы агроландшафтов: пологий ложбинный ($1-3^{\circ}$); покатый ($3-5^{\circ}$) и покато-крутой ($5-8^{\circ}$) склоново-овражные;

- провести исследования по улучшению использования эродированных пастбищных угодий среди лесных полос путем подсева бобовых трав (вики, клевера, чины и др.) и внесения минеральных удобрений.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

в рецензируемых научных изданиях

1. Проездов, П. Н. Закономерности водопотребления трав пастбищ под влиянием агротехнических и лесных мелиораций в степи Приволжской возвышенности/ П. Н. Проездов, Д. А. Маштаков, А. В. Розанов, **О. Г. Удалова** // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 4 – С. 22-24.

2. Проездов, П. Н. Закономерности воздействия щелевания и лесных полос на инфильтрацию и эрозию чернозема южного в степи Приволжской возвышенности/ П. Н. Проездов, Д. А. Маштаков, **О. Г. Удалова** // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 5 – С. 17–20.

3. Проездов, П. Н. Противоэрозионная и экономическая эффективность лесных полос и щелевания на пастбищах в степи Приволжской возвышенности/ П. Н. Проездов, Д. А. Маштаков, А. В. Розанов, **О. Г. Удалова** // «Нива Поволжья». – 2014. – № 3 – С. 36-43.

в сборниках научно-практических конференций

4. Проездов, П. Н. Продуктивность и водопотребление трав пастбищ под влиянием агротехнических и лесных мелиораций в степи Приволжской возвышенности/ П. Н. Проездов, **О. Г. Удалова** // Материалы XVI Международной научно-практической конференции 9.11.13 г. Современные проблемы гуманитарных и естественных наук. М.,: Спецкнига, 2013 С. 42-46.

5. Проездов, П. Н. Эрозия почв под влиянием щелевания и лесных полос в степи Приволжской возвышенности / П.Н. Проездов, **О. Г. Удалова** // Материалы III Международной научно-практической конференции. Сельскохозяйственные науки и АПК на рубеже веков. Новосибирск: изд-во ЦРНС, 2013, с. 96-103.

6. Проездов, П. Н. Водопотребление трав пастбищ под влиянием щелевания и лесных полос в степи Приволжской возвышенности/ П. Н. Проездов, **О. Г. Удалова** // Материалы международной научно-практической конференции 26.11.13 г., посвященная 126-летию Н.И. Вавилова и 100-летию СГАУ - «Вавиловские чтения-2013». Саратов, СГАУ, 2013, с.208-213.