

ВЛИЯНИЕ УЛУЧШЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ СТОКОРЕГУЛИРУЮЩИХ ЛЕСОПОЛОС НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ТАЛЫХ ВОД

Петелько Анатолий Иванович, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник Новосильская ЗАГЛОС - филиал ФНЦ агроэкологии РАН, г.Мценск, РФ, zaglos@mail.ru

Аннотация: *Приведены материалы научных исследований за ряд лет по формированию стока талых вод на зяблевой вспашке со стокорегулирующими лесными полосами комбинированной конструкции с низкорослым кустарником. Выявлено, что весенний сток зависит от главных природных факторов: увлажнения, промерзания почвы и снегоотложения.*

Ключевые слова: *почва, эрозия, сток талых вод, промерзание, влажность, водопоглощение.*

Введение. Защита почв от водной эрозии – одна из главных проблем природопользования. Актуальность её возрастает в связи с всё более интенсивным использованием земель. Для успешной защиты почв от смыва и размыва необходимо знать закономерности эрозионных процессов, изучить особенности их проявления в зависимости от совокупности определяющих факторов. Проблема задержания и регулирования стока талых и ливневых вод на серых лесных почвах в Центральном районе Нечерноземной зоны остаётся пока нерешённой. Для этого необходим переход на адаптивно-ландшафтное земледелие, обеспечивающее сохранение почв от деградации, повышение их плодородия и урожая сельскохозяйственных культур.

Учёные Новосильской ЗАГЛОС им.А.С. Козменко, которой в 2021 году исполнится 100 лет со дня основания, разработали комплекс противоэрозионных мероприятий. Среди почвозащитных мероприятий в этом комплексе важное место отводится защитным лесным насаждениям. Размещение их должно быть полностью подчинено рельефу. Лесные полосы должны выполнять противоэрозионные функции. Конструкции их различно влияют на характер снегоотложения.

Экспериментальные материалы получены под методическим руководством доктора сельскохозяйственных наук А.Т. Барабанова, за что авторы выражают ему искреннюю признательность.

Нужна новая конструкция лесных полос, которая бы равномерно распределяла снег в межполосном пространстве и накапливала достаточно снега в самой полосе, чтобы не было глубокого промерзания почвы.

Для этого А. Т. Барабановым, Е. А. Гаршинёвым, М. М. Кочкарём был предложен способ регулирования снегоотложения для защиты почвы от эрозии

на склонах [3]. Они рекомендуют создавать стокорегулирующие лесополосы комбинированной конструкции. Суть заключается в том, что создается лесная полоса из 2-3 рядов деревьев и 1 ряда низкорослого кустарника.

Целью научных исследований является определение влияния стокорегулирующей лесной полосы с низкорослым кустарником на главные природные факторы стока талых вод и смыва почвы на серых лесных смытых почвах.

Материалы и методы. На Новосильской станции научные сотрудники перешли на постановку стационарных многофакторных опытов противозерозионной мелиорации, которые позволяют в полевых условиях получать наиболее полную и объективную характеристику природных факторов.

Применяли водно-балансовый метод стоковых площадок. Научные опыты со стоковыми площадками (20x100м) закладываются ежегодно осенью в ОПХ «Новосильское». Почвы участка серые лесные, средне- и сильносмытые, крутизна склона – 3-4°, экспозиция южная.

В нижней части склона расположена 4-рядная лесная полоса 1960г. посадки (Б-Т-Т-Б), размещение 2,5x1м. В созданной комбинированной стокорегулирующей лесополосе проведены посадки низкорослого кустарника. Схему см. на рисунке 1.

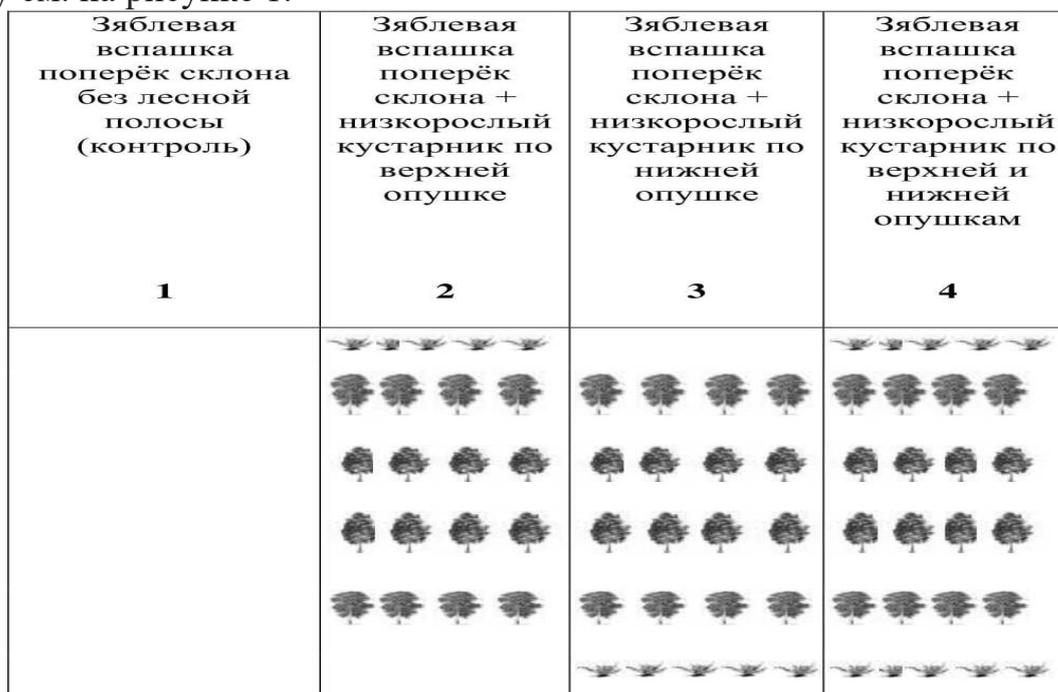


Рисунок 1 – Схема расположения стоковых площадок

Для выполнения программных вопросов изучали сложившиеся погодные условия холодного периода, снегоотложение, промерзание, влажность, сток, смыв и оттаивание почвы.

Результаты и их обсуждение. Материалы научных наблюдений приведены за три года. Анализ полевых результатов охарактеризуем по годам.

2016-2017 гидрологический год. Осень 2016 г. была на 0,2°C прохладнее по сравнению с многолетними данными. Сумма осадков равнялась 139 мм

против 126 мм от средних значений. Зима была неустойчивой с частыми оттепелями и осадками в виде снега и дождя. Осадков выпало 124 мм (124%). В зимний период было теплее на 3,1°C по сравнению с многолетними величинами. Весна была ранняя. В первой декаде марта потеплело, осадков практически не наблюдалось. В ночные часы отрицательная температура воздуха наблюдалось часто. В начале марта на полевых опытах провели снегомерную съёмку. Средняя высота снежного покрова на стоковых площадках составила 23-30 см. Плотность снега колебалась от 0,285 до 0,317 г/м³. Наибольшие запасы воды в снеге (93мм) наблюдались на агрофоне зяблевой вспашки поперек склона плюс стокорегулирующая лесная полоса комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по нижней опушке. Средние запасы воды в снеге для всех вариантов равнялись 80 мм. Перед снеготаянием показатели влагозапасов по слоям распределялись неравномерно. На контроле без лесополосы в слое 0-30 см влагозапасы в нижней части стоковой площадки на зяби составили 116,5 мм, а в нижней части полосы произошло увеличение на 17,4мм. Глубже происходило перераспределение влагозапасов. Это связано с наличием прослоек различного механического состава почвы.

Глубина промерзания почвы передснеготаянием была слабая. Н. А. Качинский охарактеризовал связь глубины промерзания с мощностью снежного покрова и с совокупным влиянием других факторов [2].

В этом году нами установлено, большое утепляющее влияние снежного покрова, которое защищает почву от глубокого промерзания. Безусловно, немаловажную роль играют сложившиеся погодные условия в холодный период и другие факторы.

Снеготаяние длилось с 1 по 15 марта. Оно прерывалось ночными заморозками. В дневные часы при положительной температуре воздуха снег таял и оседал. Оттаивание почвы происходило снизу и сверху. Талая снеговая вода постепенно впитывалась в оттаявшую почву. Поверхностный сток талых вод не сформировался при неглубоком промерзании почвы. Таким образом, слабопромёрзшая почва, независимо от увлажнения, обладает высокой впитывающей способностью. Водопоглощение на стоковых площадках с комбинированной стокорегулирующей лесной полосой с кустарником было выше и колебалось от 94 до 108 мм по сравнению с контролем (80мм). Смыва почвы не наблюдалось. Научные исследования с применением воднобалансового метода позволили получить экспериментальный материал, где водопроницаемость является свойством, определяющим скорость впитывания и просачивания в неё талой воды. Результаты наблюдений приведены в таблице.

Таблица– Показатели водопоглощения и стока талых вод на различных фонах в 2017-2019 гг.

Варианты опыта	Высота снега, см	Плотность снега, г/см ³	Снегозапасы, мм	Осадки за период снеготаяния, мм	Общие снегозапасы, мм	Сток, мм	Водопоглощение, мм	Коэффициент стока
2017								
Зябь поперёк склона без лесополосы (контроль)	23	0,285	65	15	80	0	80	0
Зябь поперёк склона + стокорегулирующая лесополоса комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по верхней опушке	27	0,301	81	15	96	0	96	0
Зябь поперёк склона + стокорегулирующая лесополоса комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по нижней опушке	30	0,311	93	15	108	0	108	0
Зябь поперёк склона + стокорегулирующая лесополоса комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по верхней и нижней опушкам	25	0,317	79	15	94	0	94	0
Средние для всего опыта	26	0,304	80	15	95	0	95	0
НСР ₀₅	8,7							
2018								
Зябь поперёк склона без лесополосы (контроль)	27	0,285	77	29	106	11,8	94	0,11
Зябь поперёк склона + стокорегулирующая лесополоса комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по верхней опушке	31	0,270	84	29	113	6,2	107	0,05
Зябь поперёк склона + стокорегулирующая лесополоса комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по нижней опушке	28	0,306	86	29	115	6,9	108	0,06
Зябь поперёк склона + стокорегулирующая лесополоса комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по верхней и нижней опушкам	30	0,300	90	29	119	7,5	112	0,06
Средние для всего опыта	29	0,290	84	29	113	8,1	105	0,07
НСР ₀₅	7,9							

Продолжение таблицы

Варианты опыта	Высота снега, см	Плот- ность снега, г/см ³	Снего- запасы, мм	Осадки за период снеготая- ния, мм	Общие снегозапасы, мм	Сток, мм	Водопо- глощение, мм	Кoeffи- циент стока
2019								
Зябь поперёк склона без лесополосы (контроль)	27	0,342	89	18	107	0	107	0
Зябь поперёк склона + стокорегулирующая лесополоса комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по верхней опушке	27	0,353	95	18	113	0	113	0
Зябь поперёк склона + стокорегулирующая лесополоса комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по нижней опушке	28	0,359	101	18	119	0	119	0
Зябь поперёк склона + стокорегулирующая лесополоса комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по верхней и нижней опушкам	31	0,350	109	18	127	0	127	0
Средние за 3 года	28	0,351	99	18	117	0	117	0
НСР ₀₅	7,6							

2017-18 гидрологический год. За осень средняя температура воздуха составила $6,2^{\circ}\text{C}$, что на $1,2^{\circ}\text{C}$ теплее многолетних значений. Осадков за три месяца выпало много – 177 мм или 140% от нормы. Во второй половине ноября наблюдались заморозки до $5-6^{\circ}\text{C}$, что вызвало промерзание влажной почвы до 12 см. Декабрь характеризовался необычно теплой погодой. Среднемесячная температура воздуха равнялась $0,5^{\circ}\text{C}$, что выше многолетних значений. Сумма осадков составила 99 мм, отклонение от нормы – 267,5%. Резкое потепление в последней пятидневке декабря способствовало таянию верхнего снежного покрова. В январе осадки отмечались в конце месяца. Средняя температура воздуха за месяц оказалась на 5°C выше нормы. В феврале средняя температура воздуха была $9,3^{\circ}\text{C}$ мороза, т.е. на $0,1^{\circ}\text{C}$ теплее. Сумма осадков за месяц – 39 мм, что на 8 мм больше средних многолетних величин. Прошедшая зима была снежной. Осадков выпало всего 178 мм (178%). Температура воздуха в зимний период была теплее обычной на 4°C . В марте перед снеготаянием высота снежного покрова достигла 27-31 см, а промерзание почвы неглубокое – 30-45 см. Плотность снега колебалась от 0,270 до 0,306 г/см³. Значительные запасы воды в снеге (90 мм) наблюдались на агрофоне зяблевой вспашки попере́к склона плюс стокорегулирующая лесная полоса с низкорослым кустарником по верхней и нижней опушкам. Средние снегозапасы для всего опыта равнялись 84 мм (см. табл.). Из неё видно, что имеются различия по снегозапасам на вариантах с низкорослым кустарником (84-90 мм) по сравнению с контролем без лесной полосы, где запасы снега наименьшие – 77 мм. В этом году комбинированная стокорегулирующая лесная полоса с низкорослым кустарником способствовала некоторому увеличению снежного покрова в самой полосе и шлейфовой зоне. Влагозапасы по слоям распределялись неравномерно. В слое 0-30 см запасы влаги в нижних частях стоковых площадок на зяби колебались от 140,0 до 148,9 мм, а в средних – 137,1-143,5 мм, т.е. разница составила 2,9-5,4 мм. Глубже происходило перераспределение влагозапасов и варьирование их в сторону уменьшения, что связано с наличием разных прослоек литологического состава почвогрунтов. Полученные данные позволили провести сопоставление различных агрофонов на накопление влаги в почве. По ним можно судить лишь об условиях формирования стока талых вод.

Снеготаяние проходило с 15 марта и длилось до 7 апреля. Оно прерывалась ночными заморозками. В дневные часы снег таял и оседал. Талая вода впитывалась в оттаявший слой почвы. Водопроницаемость почвы является свойством, определяющим скорость впитывания и просачивания в нее воды [1,2].

Выпавший мокрый снег с дождём ускорили снеготаяние, но с наступлением морозов в вечернее время таяние снега прекращалось. При положительной температуре воздуха днём 2 апреля сформировался незначительный сток на всех стоковых площадках. В основном он проходил во второй половине дня со 2 по 7 апреля. Сток талых вод был очень слабый и

слабый по шкале интенсивности Г.П. Сурмача [4]. Величина его на зяби (контроль) равнялась 11,8мм, а на зяблевой вспашке с комбинированной стокорегулирующей лесной полосой с низкорослым кустарником была несколько ниже – 6,2-7,5 мм. Коэффициент стока колебался от 0,06 до 0,11. Водопоглощение на вариантах опыта составило 94,2-111,5 мм. Смыва и размыва почвы не наблюдалось. Таким образом, при формировании поверхностного стока талых вод влияние его на агрофоны выявить не удалось.

Установлено, что слабое промерзание почвы оказало свое влияние на величину водопоглощения. Происходило впитывание большей части снеговой воды (данные приведены в таблице за 2018 г.).

Оттаивание почвы происходило снизу и сверху. Почва днём оттаивала на 10 см и, при наступлении холодов, в ночные часы замерзала. Так повторялось несколько раз за период таяния снега.

2018-2019 гг. По температурному режиму сентябрь 2018 года оказался на 3,7°C выше нормы. Близкой по величине такая температура воздуха была в сентябре 2009 года. Осадков выпало 35 мм (79,5% от нормы). Среднемесячная температура воздуха в октябре было теплее обычного на 2,6°C. Сумма осадков превысила норму на 109 %.

В ноябре было на 0,1°C холоднее по сравнению с многолетней температурой воздуха. Осадков выпало мало – 8 мм, что составляет 21% от средних многолетних значений. На 30 ноября высота снега не превышала 1-4 см. В связи с этим почва промерзла на 25-35 см.

В целом осень была на 2°C теплее, а осадков выпало недостаточно – 91мм или 72,2% от многолетней нормы.

В декабре осадков выпало в два раза больше – 74мм, что составляет 200%. Средняя температура воздуха была в пределах -5,5°C мороза, что на 1,9°C теплее обычного. Увеличение снежного покрова происходило в январе. Месячные осадки превысили норму и достигли 44 мм или 137,5%. Температура воздуха за месяц была теплее на 2,6°C по сравнению с многолетними показателями.

Истекший февраль оказался на 7,5°C теплее обычного. Среднемесячная температура воздуха равнялась -1,9°C. Аналогичная температура воздуха наблюдалась в 2008 г. Сумма осадков превысила норму на 3 мм и составила 34 мм. Наконец февраля высота снежного покрова на полях колебалась от 30 до 40 см, что выше средних многолетних величин. К этому времени промерзание почвы было неглубоким 5-16 см. В течение месяца происходили частые оттепели. Снег оседал и уплотнялся. В таких сложившихся условиях под высоким снежным покровом продолжалось оттаивание почвы снизу.

В целом зима была нехолодной, снежной. Осадки составили 152мм. Отклонение от нормы – 52 мм.

Очень тёплая погода в конце марта способствовала сходу снега с полей. На 31 марта снежный покров сошёл почти полностью. Почва на полную глубину оттаяла повсеместно.

На полевых опытах 11 марта, перед снеготаянием, провели снегомерную съёмку. Средняя высота снега на стоковых площадках составила 28 см, плотность снега – 0,342-0,359 г/см³. Наибольшие запасы воды в снеге (109 мм) наблюдались на агрофоне зяблевой вспашки с лесной полосой комбинированной конструкции с низкорослым кустарником по верхней и нижней опушкам. Снегозапасы на контроле без лесной полосы были наименьшие – 89 мм, а на всех вариантах со стокорегулирующей лесополосой комбинированной конструкции и низкорослым кустарником были выше – 95-109 мм. Эти показатели см. в табл.

Влажность почвы, определённая перед снеготаянием, изменялась в значительной степени. Слой 0-30 см был наиболее увлажнённым. В верхнем слое 0-30 см влагозапасы на контроле в нижней части стоковой площадки на зяби – 82,8 мм, а в нижней части с лесополосой – 105,9 мм, т.е. на 23,1 мм больше. В средних частях стоковых площадок на контроле в этом же слое запасы влаги равнялись 74,6 мм, а с лесной полосой произошло увеличение их на 16,1 мм.

Глубже 50 см происходило перераспределение влагозапасов в сторону уменьшения. Такие колебания запасов влаги в почве связаны не только с влиянием факторов (лесополосы, обработки почвы и др.), но и с неоднородностью состава серых лесных почв.

Основные факторы, которые влияют в комплексе на формирование весеннего стока талых вод – это глубина и увлажнение почвы перед снеготаянием, количество снегозапасов, интенсивность снеготаяния. Снеготаяние длилось 20 дней (с 11 по 30 марта). Оно прерывалось ночными заморозками. Талая вода постепенно впитывалась в оттаявший слой почвы. В связи с тем, что промерзание почвы перед снеготаянием было слабое, сток талых вод не сформировался. Смыва почвы не было. Водопоглощение на стоковых площадках зависело от снегозапасов и колебалось от 107 мм на контроле до 113-127 мм на вариантах зяби со стокорегулирующей лесной полосой комбинированной конструкции с низкорослым кустарником.

Оттаивание почвы происходило медленно под влиянием тепла просочившейся воды и за счёт инсоляции. В первую в первую очередь оттаивали гребни зяблевой вспашки.

Проводимые научные исследования показали, что слабо промёрзшая почва, независимо от увлажнения, обладает высокой впитывающей способностью. За три года наблюдений при сложившихся погодных условиях холодного периода, средняя высота снега составила 28 см, плотность снега – 0,315 г/см³, запасы воды в снеге – 83 мм.

К началу весеннего снеготаяния верхний слой почвы (0-30 см) был наиболее увлажнённым, а глубже происходило перераспределение влагозапасов в сторону уменьшения.

Заключение. Неглубокое промерзание почвы зимой, рыхло-мёрзлое состояние верхнего её слоя с большим количеством пор на пашне, длительное таяние снега весной при пасмурной погоде вызвали просачивание всей талой

воды в почву в 2017 и 2019 годах. В конце снеготаяния в 2018 г. из-за прошедшего дождя сформировался очень слабый сток. На зяблевой вспашке без лесной полосы он равнялся 11,8 мм, а на других агрофонах со стокорегулирующей лесной полосой комбинированной конструкции с низкорослым кустарником несколько ниже – 6,2-7,5 мм. Значительная часть воды просочилась в почву. Водопоглощение на контроле составило 94,2 мм, а на вариантах с комбинированной лесополосой и кустарником – больше – от 106,8 до 111,5 мм. Наблюдениями установлено, что при слабом промерзании почвы поверхностный сток талых вод не формируется.

Библиографический список

1. Барабанов А.Т., Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Панов В.М., Петелько А.И. Поверхностный сток и инфильтрация в почву талых вод на пашне в лесостепной и степной зонах Восточно-европейской равнины // Почвоведение. – 2018. – №1. – С.62-69.
2. Качинский Н.А. Замерзание, размерзание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и в полевых участках. – М.: Изд-во МГУ, 1927. – 168 с.
3. Пат. 2248116 С1 Российская Федерация, МПК А 01 G 23/00, А 01 В 79/02. Способ регулирования снегоотложения для защиты почв от эрозии на склонах / Барабанов А.Т. (RU), Гаршинев Е.А. (RU), Кочкарь М.М. (RU); заявитель ГУ ВНИАЛМИ. – № 2003122810/12, заявл. 21.01.2003.;опубл. 20.03.2005, Бюл. №8. – 3 с.
4. Сурмач Г.П. Водная эрозия и борьба с ней. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 254 с.

THE INFLUENCE OF IMPROVED PLACEMENT OF FLOW-REGULATING FOREST BELTS ON THE FORMATION OF SURFACE RUNOFF OF MELTWATER

Petelko Anatoly Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher Novosilskaya ZAGLOS - branch of the Federal Tax Service of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Mtsensk, Russia, zaglos@mail.ru

Abstract: The materials of scientific research for a number of years on the formation of melt water runoff on autumn plowing with stock-regulating forest belts of a combined design with low-growing shrubs are presented. It was revealed that the spring runoff depends on the main natural factors: moisture, soil freezing and snow deposition.

Keywords: soil, erosion, melt water runoff, freezing, humidity, water absorption.