

Оригинальная статья

УДК 631.61: 631.11

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-28-34



ВЛИЯНИЕ НИЗКОРОСЛОГО КУСТАРНИКА В СТОКОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ ЛЕСОПОЛОСЕ КОМБИНИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ФАКТОРЫ СТОКА И ЭЛЕМЕНТЫ ВОДНОГО БАЛАНСА В ЛЕСОСТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Петелько Анатолий Иванович, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник;

РИНЦ Author ID150543; zaglos@mail.ru

Барабанов Анатолий Тимофеевич, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник;

РИНЦ Author ID60081; barabanov-a@vfanc.ru

Выпова Анастасия Витальевна, директор Новосильской ЗАГЛОС;

РИНЦ Author ID1002200; vypova-av@vfanc.ru

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (Новосильская зональная агролесомелиоративная опытная станция – филиал ФНЦ агроэкологии РАН); 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97, Россия

Аннотация. Цель исследований – выявление и оценка роли низкорослого кустарника в стокорегулирующей лесополосе комбинированной конструкции в формировании уровней природных факторов поверхностного стока талых вод, влияющих на элементы водного баланса в лесостепи на основе знания закономерностей взаимодействия талой воды и мерзлой почвы. Исследования проводились на серых лесных почвах Орловской области с применением балансового метода на стоковых площадках. Главными природными факторами, на которые необходимо воздействовать с целью регулирования склонового весеннего стока, являются снегозапасы, глубина промерзания и влажность почвы. Установлены высокая эффективность стокорегулирующих лесополос комбинированной (ажурно-плотно-продуваемой) конструкции и роль размещения низкорослого кустарника в них. Наиболее эффективным было размещение его в нижнем и верхнем рядах 4-рядных лесополос. Они способствуют оптимальному снеготтоложению в поле и накоплению в лесополосах необходимого количества снега для предотвращения глубокого промерзания и дополнительного накопления влаги для их функционирования. Сделан важный вывод о том, что при создании новых противоэрозионных и мероприятий необходимо применять приемы, которые воздействуют на природные факторы формирования стока: снегозапасы, глубину промерзания и влажность почвы.

Ключевые слова: водная эрозия, стокорегулирующая лесная полоса комбинированной конструкции, низкорослый кустарник, снеготтоложение, промерзание, влажность почвы, осадки, поверхностный сток

Формат цитирования: Петелько А.И., Барабанов А.Т., Выпова А.В. Влияние низкорослого кустарника в стокорегулирующей лесополосе комбинированной конструкции на факторы стока и элементы водного баланса в лесостепи бассейнов Центрального Нечерноземья // Природообустройство. 2023. № 4. С. 28-34. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-28-34.

© Петелько А.И., Барабанов А.Т., Выпова А.В., 2023

Original article

THE INFLUENCE OF A LOW-GROWING SHRUB IN A FLOW-REGULATING FOREST BELT OF A COMBINED DESIGN ON THE FACTORS OF RUNOFF AND ELEMENTS OF WATER BALANCE IN THE FOREST-STEPPE OF THE CENTRAL NON-CHERNOZEM EARTH REGION

Petelko Anatoly Ivanovich, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the Novosilskaya ZAGLOS branch of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences;

РИНЦ Author ID150543; zaglos@mail.ru

Barabanov Anatoly Timofeevich, Doctor of Agricultural Sciences,
Chief Researcher of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences;

РИНЦ Author ID60081; barabanov-a@vfanc.ru

Vypova Anastasia Vitaljevna, Director of the Novosilskaya ZAGLOS branch
of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences;

РИНЦ Author ID1002200; vypova-av@vfanc.ru

Federal Research Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences 400062, Volgograd, Universitetskiy Ave., 97, Russia

Annotation. The purpose of the research is to identify and evaluate the role of a low-growing shrub in the flow-regulating forest belt of a combined design in the formation of the levels of natural factors of the surface runoff of meltwater and their influence on the elements of the water balance in the forest-steppe on the basis of knowledge of the patterns of interaction of meltwater with frozen soil. The studies were carried out on gray forest soils of the Orel region using the balance method on runoff sites. The main natural factors that need to be affected in order to regulate the slope of spring runoff are snow reserves, freezing depth and soil moisture. The high efficiency of flow-regulating forest belts of a combined (openwork-tightly-blown) design and the role of placing low-growing shrubs in them have been established. The most effective was its placement in the lower and upper rows of 4-row forest belts. They contribute to optimal snow deposition in the field and accumulation of the necessary amount of snow in the forest belts to prevent deep freezing and additional accumulation of moisture for their functioning. An important conclusion is made that when creating new anti-erosion and measures, it is necessary to apply techniques that affect the natural factors of the formation of runoff: snow reserves, freezing depth and soil moisture.

Keywords: water erosion, flow-regulating forest belt of combined construction, low-growing shrub, snow deposition, freezing, soil moisture, precipitation, surface runoff

Format of citation: Petelko A.I., Barabanov A.T., Vypova A.V. The influence of a low-growing shrub in a flow-regulating forest belt of a combined design on the factors of runoff and elements of water balance in the forest-steppe of the Central Non-Chernozem earth // Prirodoobustrojstvo. 2023. № 4. P. 28-34. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-28-34.

Введение. Водная эрозия почв наносит большой вред агроландшафтам. Для его предотвращения необходимо применять комплекс противоэрозионных мероприятий, важным элементом которого являются защитные лесные насаждения. Они улучшают микроклимат полей, задерживают и распределяют снег, влияют на глубину промерзания почвы, способствуют сокращению стока и смыва почвы, сохранению почвенного плодородия, улучшению экологической обстановки и увеличению урожая сельскохозяйственных культур. На Новосильской агролесомелиоративной опытной станции проводятся многолетние стационарные многофакторные опыты с целью разработки системы мероприятий по защите почв от эрозии, что позволяет получать наиболее полную и объективную оценку природных факторов формирования стока [1-5].

Наши исследования в предыдущие годы показали, что на формирование стока талых вод существенно влияют только 3 природных фактора: снеготазасы, глубина промерзания и влажность почвы [6, 7]. На эти факторы эффективно можно воздействовать путем регулирования снегоотложения стокорегулирующими лесополосами. Многолетними исследованиями

ВНИАЛМИ (ФНЦ агроэкологии РАН) установлены 3 главные аэродинамические конструкции лесных полос: продуваемая, ажурная и плотная. Каждая конструкция имеет свои преимущества и недостатки. Так, продуваемые полосы хорошо распределяют снег на защищаемых полях, но в самой полосе он практически не накапливается, и они испытывают недостаток влаги, вследствие чего ослабляются и начинают разрушаться. Ни одна из перечисленных конструкций не отвечает условиям, необходимым для рационального воздействия на эрозионно-гидрологический процесс. В идеале нужна такая конструкция лесной полосы, которая бы оптимально распределяла снег на защищаемых полях, как продуваемая, но и в достаточной степени обеспечивала бы потребности самого насаждения в воде. Для этого мощность снега внутри полосы должна составлять 20-50 см по природным зонам. Для выполнения данных функций нами разработана новая конструкция стокорегулирующей лесополосы-комбинированная (ажурно-плотно-продуваемая) [8]. Достигается это путем создания на водосборе системы

Стокорегулирующих лесополос из 2-3 рядов деревьев и одного ряда низкорослого

кустарника (рис.). Вертикальный профиль лесополосы такой конструкции по продуваемости следующий: в нижней части, примерно до 0,5 м от поверхности земли, – плотная; выше, до 1,5-2,0 м, – продуваемая (без сучьев); а еще выше – ажурная.

Плотную нижнюю часть лесополосы создают методом подбора низкорослого кустарника. Продуваемую часть профиля лесополосы формируют подбором пород без сучьев или с небольшим их количеством на высоте до 2 м.

Программой научных исследований ставилась задача изучения влияния низкорослых кустарников в стокорегулирующей лесной полосе комбинированной конструкции на природные факторы формирования стока талых вод. Низкорослыми кустарниками в лесной полосе можно регулировать снегоотложение, что позволяет предохранять почву от глубокого промерзания и способствовать дополнительному накоплению влаги в лесной полосе для деревьев.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводились в опытном хозяйстве Новосильской зональной агролесомелиоративной опытной станции – филиала ФНЦ агроэкологии РАН, расположенного в Новосильском районе Орловской области.

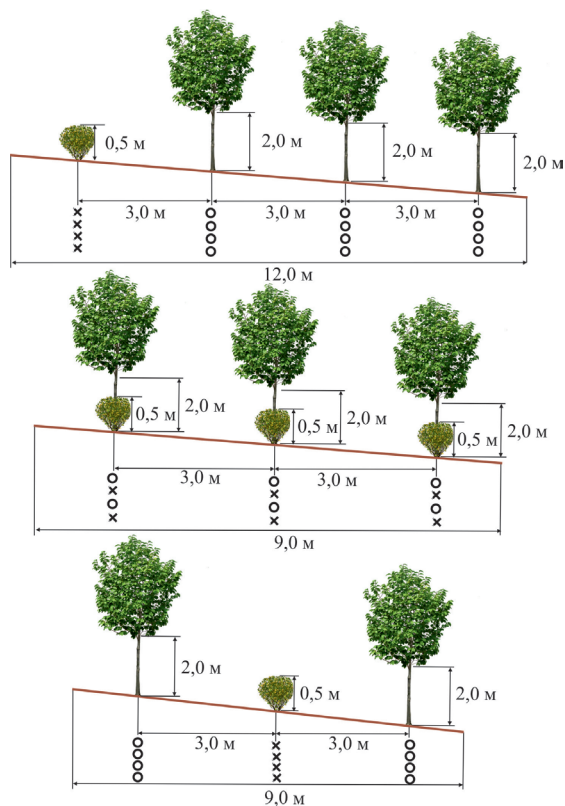


Рис. Схема размещения низкорослого кустарника в лесополосе комбинированной конструкции

Fig. Layout of a low-growing shrub in a forest belt of a combined structure

Многолетний стационарный опыт заложен на склоне юго-западной экспозиции крутизной 3-4°. На участке почва серая лесная средне- и сильносмытая. В нижней части склона расположена 4-рядная стокорегулирующая лесная полоса 1960 г. посадки из березы, тополя и низкорослого кустарника спиреи японской Фробели (*spirea Japonica Froebelii*). Стоковые площадки заложены перпендикулярно лесной полосе. Варианты размещения кустарника в стокорегулирующей лесополосе следующие: в верхнем ряду; в нижнем ряду; в верхнем и нижнем рядах.

В лесной полосе произвели рубки ухода, низкорослый кустарник посажен весной 2019 г. Агрофоном на стоковых площадках в 2019, 2020, 2022 гг. была зябь, а в 2021 г. – озимая пшеница. В опыте изучали снегоотложение, промерзание, оттаивание и влажность почвы, формирование поверхностного стока талых вод [9-12]. На стоковых площадках измеряли высоту снежного покрова по двум снегомерным ходам через 2-4 м в 3-5-кратной повторности. Плотность снега определяли весовым снегомером ВС-43 на каждой стоковой площадке в 6 точках в 2-кратной повторности. Запасы воды в снеге Q (мм) вычисляли по формуле:

$$Q = 10Nd,$$

где N – высота снежного покрова, см; d – плотность снега, г/см³.

К запасам воды в снеге прибавили осадки за период снеготаяния и получили общие снегозапасы. За период снеготаяния в бессточные годы общие снегозапасы стаивают, и вся талая вода постепенно поглощается почвой. Глубину промерзания почвы определяли по наличию кристаллов льда при бурении. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом. Образцы на влажность отбирали в 3-кратной повторности со следующих глубин: 0-3, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100 см.

В период снеготаяния наблюдения за оттаиванием почвы проводили при помощи металлической шпильки в 5-кратной повторности в верхней, средней и нижней частях стоковых площадок.

Цель исследований: изучение влияния низкорослого кустарника в стокорегулирующей лесополосе комбинированной конструкции на природные факторы формирования стока талых вод и элементы водного баланса в лесостепной зоне бассейна Волги и Дона.

Результаты и их обсуждение. Формирование уровней природных факторов стока талых вод в значительной степени зависит

от гидрометеорологических условий осенне-зимнего периода. Осень 2018 г. была очень теплой. В ноябре снежный покров на полях был невысоким (1-4 см). Зима была нехолодной и снежной, осадки составили 152 мм; наблюдались оттепели. В феврале высота снежного покрова составляла 30-40 см, промерзание почвы колебалось от 5 до 16 см (табл.). Март характеризовался неустойчивым температурным режимом. К периоду снеготаяния снеготаяния запасы на стоковых площадках колебались от 92 до 109 мм.

Наибольшими снеготаяния запасы были при размещении кустарника в лесополосе комбинированной (ажурно-плотно-продуваемой) конструкции в верхнем и нижнем рядах. Влажность почвы перед снеготаянием изменялась в значительной степени. Наибольшее влагонакопление было в лесополосе при размещении кустарника с обеих сторон. Промерзание почвы перед снеготаянием в том году было небольшим (до 10 см) и не зависело от характера снеготаяния. Снег выпал почти одновременно с наступлением морозов, и почва не успела глубоко промерзнуть, а потом снег предохранял ее от дальнейшего промерзания. Сток талых вод не сформировался. Величина водопоглощения на стоковых площадках зависела от снеготаяния запасы и колебалась от 110 до 127 мм. Наиболее эффективным было размещение кустарника в лесополосе с двух сторон.

Осень в 2019 г. была теплой. Зимой погода была неустойчивой, наблюдались частые и продолжительные оттепели. Устойчивый снежный покров установился только 28 декабря. В целом зима была аномально теплой. Зимняя температура воздуха превышала средние многолетние значения на 8,4°C. Почва в течение зимы неоднократно замерзала и оттаивала. Такой температурный режим за многолетний период наблюдался впервые. Перед весенним снеготаянием снеготаяния запасы были небольшими: на контроле они составили 29 мм, а под влиянием лесополосы комбинированной конструкции с кустарником – 42-62 мм. Влажность почвы в этом году была невысокой и мало отличалась по вариантам опыта. Водопоглощение на зяби без лесной полосы составило 34 мм, а под влиянием лесной полосы с низкорослым кустарником увеличилось до 47-67 мм.

Различия в характере снеготаяния между вариантами размещения кустарника в лесополосе были незначительными. Лучший результат показало размещение кустарника по нижней и верхней опушкам. Промерзание почвы перед снеготаянием было

небольшим – до 20 см. Весенний сток талых вод не сформировался, чему способствовало неглубокое промерзание почвы.

Осень 2020 г. была теплее обычной на 3,6°C. Снег неоднократно выпадал и стаявал. Устойчивый снежный покров образовался во второй декаде декабря – выпало 39 мм осадков (105,4%). В январе осадки превысили средние многолетние величины более чем в 2 раза и достигли 72 мм, или 225% от месячной нормы. Холодная погода с частыми снегопадами наблюдалась в феврале. За зиму выпало 174 мм осадков. Высота снега на полях достигла 30-55 см. Запасы воды в снеге на стоковых площадках в стокорегулирующей лесной полосе комбинированной конструкции с низкорослым кустарником составили 69-89 мм, а на контроле – 53 мм. Лучшими показателями по снеготаянию были при размещении кустарника с обеих сторон лесополосы.

Снеготаяние с перерывами длилось в течение 19 сут. Сток не сформировался, так как почва промерзла на глубину не более 20 см, а местами она была талой. В связи с тем, что вся снеговая вода впиталась, объем водопоглощения в почву зависел от накопления снега.

Осень 2021 г. была влажной и теплой. Сумма осадков за осенний период достигла 183 мм. На 30 декабря высота снега составила 12-15 см. В конце января высота снежного покрова увеличилась до 32-49 см, зимний период был теплым. Снежный покров предохранял почву от промерзания. Высота снежного покрова перед снеготаянием составила 28-36 см. Наиболее эффективным по влиянию на снеготаяние было размещение низкорослого кустарника в стокорегулирующей лесной полосе комбинированной конструкции по верхней и нижней опушкам. Размещение кустарника по нижней опушке также показало неплохой результат.

Влажность серых лесных почв в течение зимне-весеннего периода менялась, причем в верхнем слое 0-30 см она изменялась больше, а глубже изменения были незначительными. Перед снеготаянием почва промерзла всего на 12-25 см, а местами она была талой. По причине слабого промерзания сток талых вод не сформировался и вся снеговая вода просочилась в почву. Водопоглощение на стоковых площадках зависело от снеготаяния запасы и колебалось от 97 мм (контроль) до 107-175 мм на вариантах с комбинированной стокорегулирующей лесной полосой и низкорослым кустарником. На величину стока талых вод влияют не только природные факторы, но и гранулометрический состав серых лесных почв.

Таблица. Влияние низкорослого кустарника в стокорегулирующей лесополосе комбинированной конструкции на формирование уровней природных факторов поверхностного стока талых вод перед снеготаянием

Table. The influence of a low-growing shrub in a flow-regulating forest belt of a combined design on the formation of levels of natural factors of surface runoff of meltwater before snowmelt

Варианты опыта <i>Options of the experience</i>	Высота снега, см <i>Snow height, cm</i>	Снегозапасы, мм <i>Snow reserves, mm</i>	Осадки за период снеготаяния, мм <i>Precipitation during the snowmelt period, mm</i>	Общие снегозапасы, мм <i>Total snow reserves, mm</i>	Влажность почвы в слое 0-30 см, % <i>Soil moisture in the layer 0-30 cm, %</i>	Влагозапасы в слое 0-30 см, мм <i>Moisture reserves in the layer 0-30 cm, mm</i>	Глубина промерзания почвы, см <i>Depth of soil freezing, cm</i>	Продолжительность снеготаяния, сут <i>Duration of snowmelt, day.</i>	Сток, мм / Drain, mm.	Водопоглощение, мм <i>Water absorption, mm</i>
2019 год / year										
Поле безлесной полосы (контроль) <i>A field of a woodless belt (control)</i>	27	92	18	110	19,3	75	16	20	0	110
Тоже + лесополоса, кустарник в верхнем ряду <i>Also + forest belt, shrub in the upper row</i>	27	95	18	113	20,3	91	13	20	0	113
Тоже, кустарник в нижнем ряду <i>Also, a shrub in the lower row</i>	28	101	18	119	21,4	83	15	20	0	119
Тоже, кустарник в верхнем и нижнем ряду <i>Also, a shrub in the upper and lower row</i>	31	109	18	127	23,7	106	10	20	0	127
2020 год / year										
Поле без лесной полосы (контроль) <i>A field without a forest belt (control)</i>	8	29	5	34	18,7	80	20	8	0	34
Тоже + лесополоса, кустарник в верхнем ряду <i>Also + forest belt, shrub in the upper row</i>	12	42	5	47	20,2	72	19	8	0	47
Тоже, кустарник в нижнем ряду <i>Also, a shrub in the lower row</i>	16	57	5	62	18,8	70	14	8	0	62
Тоже, кустарник в верхнем и нижнем ряду <i>Also, a shrub in the upper and lower row</i>	18	62	5	67	18,2	84	16	8	0	67
2021 год / year										
Поле без лесной полосы (контроль) <i>A field without a forest belt (control).</i>	18	53	10	63	34,6	152	46	19	0	63
Тоже + лесополоса, кустарник в верхнем ряду <i>Also + forest belt, shrub in the upper row</i>	19	70	10	80	35,1	157	30	19	0	80
Тоже, кустарник в нижнем ряду <i>Also, a shrub in the lower row</i>	20	69	10	79	38,6	173	36	19	0	79
Тоже, кустарник в верхнем и нижнем ряду <i>Also, a shrub in the upper and lower row</i>	24	89	10	99	37,4	167	22	19	0	99
2022 год / year										
Поле безлесной полосы (контроль) <i>A field without a forest belt (control).</i>	28	88	9	97	22,6	87	25	24	0	97
Тоже + лесополоса, кустарник в верхнем ряду <i>Also + forest belt, shrub in the upper row</i>	30	98	9	107	21,6	97	21	24	0	107
Тоже, кустарник в нижнем ряду <i>Also, a shrub in the lower row</i>	33	109	9	118	23,6	101	15	24	0	118
Тоже, кустарник в верхнем и нижнем ряду <i>Also, a shrub in the upper and lower row</i>	36	116	9	175	23,8	102	12 местами таяя <i>In places melt</i>	24	0	175

Выводы

1. Строить систему противоэрозионных мероприятий на водосборе необходимо на основе знаний о роли природных и антропогенных факторов формирования поверхностного стока талых вод и эффективности противоэрозионных мероприятий. Ранее нами было установлено, что сток формируется под влиянием только глубины промерзания, влажности почвы и запасов воды в снеге, на которые необходимо воздействовать, чтобы управлять эрозионно-гидрологическим процессом. В исследуемые годы гидрометеорологические условия сложились так, что решающую роль в отсутствии стока оказало то, что была небольшая (меньше 50 см) глубина промерзания почвы независимо от уровней других факторов – влажности почвы и снеготолщины.

2. Защитные лесные насаждения являются наиболее мощным антропогенным фактором, с помощью которого можно формировать уровни этих факторов, а через них – регулировать

эрозионно-гидрологический процесс, в чем важную роль играет конструкция стокорегулирующих лесополос. Лесополоса комбинированной (ажурно-плотно-продуваемой) конструкции, состоящая из 4 рядов деревьев и 1-2 рядов низкорослого кустарника, обладает высокой способностью оптимизировать снегоотложение, распределяя его равномерно по полю, накапливать в самой лесополосе снег, необходимый для предотвращения глубокого промерзания почвы и дополнительного обеспечения влагой древостоев.

3. В результате 4-летних исследований выявлено наиболее эффективное место размещения низкорослого кустарника в лесополосе комбинированной (ажурно-плотно-продуваемой) конструкции, то есть одновременное размещение его в верхнем и нижнем рядах лесополосы. Близким к этому месту по показателям влияния лесополосы комбинированной конструкции на природные факторы стока было размещение кустарника только в нижнем ряду.

Работа выполнена в рамках госзадания ФНЦ агроэкологии РАН по вопросу № FNFE-2022-0012 «Теоретические основы эрозионно-гидрологического процесса на водосборных бассейнах, концептуальные направления, пути и принципы создания высокоэффективных экологических систем управления этим процессом с целью полного предотвращения эрозии почв»

The work was carried out within the framework of the state task of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, on issue No. FNFE-2022-0012 “Theoretical foundations of the erosion-hydrological process in catchment basins, conceptual directions, ways and principles of creating highly efficient eco-friendly control systems for this process in order to completely prevent soil erosion”.

Список использованных источников

1. Барабанов А.Т., Петелько А.И., Левшин А.О. Влияние стокорегулирующих лесополос на снегоотложение // Природопользование в аграрных регионах России. М.: Изд. – во «Современные тетради», 2006. С. 86-89.
2. Петелько А.И. Агроресурсообеспечение в адаптивно-ландшафтном земледелии лесостепи Центрального Нечерноземья: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2012. 39 с.
3. Петелько А.И. Влияние ландшафта на формирование поверхностного стока талых вод в лесостепи Центрального Нечерноземья // Новые методы и результаты исследований в Европе, Центральной Азии и Сибири: В 5 т. Т. 4. Оптимизация сельскохозяйственных ландшафтов / Под ред. акад. В.Г. Сычева, Л. Мюллера. М.: Изд. – во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2018. С. 298-303.
4. Гаршинев Е.А. Эрозионно-гидрологический процесс и лесомелиорация. Экспериментальная оценка, расчет, проектирование. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2002. 220 с.
5. Долгов С.В., Коронкевич Н.И. Особенности реакции рек Русской равнины на изменение температуры воздуха // Известия РАН. Серия «География». 2012. № 6. С. 55-62.
6. Барабанов А.Т. Эрозионно-гидрологическая оценка взаимодействия природных и антропогенных факторов формирования поверхностного стока талых вод

References

1. Barabanov A.T., Petelko A.I., Levshin A.O. The influence of runoff-regulating forest belts on snow deposition // Nature management in agricultural regions of Russia. M.: Publishing House “Modern Notebooks”, 2006. P. 86-89.
2. Petelko A.I. Agroforestry in adaptive landscape agriculture of the forest-steppe of the Central Non-Black Earth Region: abstract. diss. of doctor of agricultural sciences. Volgograd, VNIALMI, 2012. 39 p.
3. Petelko A.I. The influence of landscape on the formation of surface meltwater runoff in the forest-steppe of the Central Non-Black Earth Region // New methods and results of research in Europe, Central Asia and Siberia (in five volumes). Volume 4. Optimization of agricultural landscapes / edited by academician V.G. Sychev, L. Muller. M.: Publishing house of the Federal State Budgetary Institution “VNI of Agrochemistry”, 2018. P. 298-303.
4. Garshinev E.A. Erosion-hydrological process and forest reclamation. Experimental assessment, calculation, design. Volgograd: VNIALMI, 2002. 220 p.
5. Dolgov S.V., Koronkevich N.I. Features of the reaction of rivers of the Russian plain to changes in air temperature // Izv. RAS. Ser.: Geography. 2012. No. 6. P. 55-62.
6. Barabanov A.T. Erosion-hydrological assessment of the interaction of natural and anthropogenic factors

и адаптивно-ландшафтное земледелие. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017. 188 с.

7. **Барабанов А.Т.** Закономерности формирования поверхностного стока талых вод, его прогноз и регулирование // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1(33). С. 65-68.

8. Патент 2248116 С1 РФ А01G23/00, А01B79/02. Способ регулирования снегоотложения для защиты почв от эрозии на склонах / Барабанов А.Т., Гаршинев Е.А., Кочкар М.М.; заяв. ГУ ВНИАЛМИ. № 2003122810/12; заявл. 21.01.2003; опубл. 20.03.2005, Бюл. № 8. 3 с.

9. **Сурмач Г.П.** Изучение водопоглощающего и противоэрозионного влияния защитных лесонасаждений в комплексе с другими мероприятиями: методические рекомендации /А.Т. Барабанов Е.А. Гаршинев, А.П. Кузнецов и др. М.: ВАСХНИЛ, 1975.96 с.

10. **Сурмач Г.П.** Методика изучения водорегулирующей и противо-эрозионной роли лесных полос и агротехнических приемов. Волгоград: ВНИАЛМИ, 1967. 39 с.

11. **Барабанов А.Т., Гаршинев Е.А.** Методика изучения способов сочетания лесомелиорации с другими элементами систем земледелия при контурной организации территории. Волгоград: ВНИАЛМИ, 1987.44 с.

12. **Zhang Y., Luo Y., Sun L., Wang X., Chen X., Liu S.** USING GLACIER AREA RATIO TO QUANTIFY EFFECTS OF MELT WATER ON RUNOFF // Journal of Hydrology. 2016. Т. 538. С. 269-277.

Критерии авторства

Петелько А.И., Барабанов А.Т., Выпова А.В. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Петелько А.И., Барабанов А.Т., Выпова А.В. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Вклад авторов

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации.

Статья поступила в редакцию 15.03.2023

Одобрена после рецензирования 10.06.2023

Принята к публикации 10.06.2023

in the formation of surface meltwater runoff and adaptive landscape agriculture. Volgograd: Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, 2017. 188 p.

7. **Barabanov A.T.** Patterns of formation of surface runoff of melt water, its forecast and regulation // News of the Orenburg State Agrarian University. 2012. No. 1(33). P. 65-68.

8. Pat. 2248116 C1 RF A01G23/00, A01B79/02 Method of regulating snow deposition to protect soils from erosion on slopes / Barabanov A.T., Garshinev E.A., Kochkar M.M.; applicant GU VNIALMI. – No. 2003122810/12; application 01/21/2003; publ. 03/20/2005, Bulletin. No. 8. 3 pp.

9. **Surmach G.P.** Study of water absorption and anti-erosion influence of protective forest plantations in combination with other measures (methodological recommendations) / Barabanov A.T., Garshinev E.A., Kuznetsov A.P. et al. M.: VASKHNIL, 1975.96 p.

10. **Surmach G.P.** Methodology for studying the water-regulating and anti-erosion role of forest belts and agricultural practices. Volgograd: VNIALMI, 1967. 39 p.

11. **Barabanov A.T., Garshinev E.A.** Methodology for studying methods of combining forest reclamation with other elements of farming systems in the contour organization of the territory. Volgograd: VNIALMI, 1987. 44 p.

Criteria of authorship

Petelko A.I., Barabanov A.T., Vypova A.V. carried out practical and theoretical research, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Petelko A.I., Barabanov A.T., Vypova A.V. have the copyright to the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of Interest

The authors declare no conflicts of interest.

Contribution of authors

All authors have made an equal contribution to the preparation of the publication.

The article was received at the editorial office: 15.03.2023

The article was approved after peer review 10.06.2023

The article was accepted for publication: 10.06.2023