



**ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО,
ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ,
АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ**

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.1>

UDC 631.6

LBC 40.67



**THE INFLUENCE OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS
ON THE MICROCLIMATE OF THE AGRICULTURAL LANDSCAPE
IN THE DRY-STEPPE ZONE OF CHESTNUT SOILS ¹**

Yustina N. Potashkina

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration, and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation;
Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Elena A. Ivantsova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of correlation and regression analysis of the interrelationships of microclimatic indicators and the distance from the forest strip. Field studies were conducted in the dry-steppe zone of chestnut soils during 2020–2021 in the summer, autumn, and winter periods. The object of the study is a forty-year-old protective forest strip of openwork construction of the Kachalinskoye experimental-production farm of mixed breed composition of small-leaved elm (*Ulmus parvifolia* J.) and golden currant (*Ribes aureum* P.) along the edges of the strip. In the course of the analysis, various degrees of dependence of the studied factors on each other were revealed. Correlation analysis revealed a positive relationship (on the Cheddock scale) between the distance from the forest strip and wind speed ($r = 0.94–0.96$), humidity ($r = 0.83–0.86$), and air temperature ($r = 0.80–0.89$). The average and strong correlation between microclimatic indicators and the distance from the forest strip is noted in part of the measurements for soil humidity and temperature. The obtained regression models and determination coefficients indicate the proximity of the mathematical model to empirical observations.

Key words: protective forest strips, microclimatic indicators, correlation, regression analysis, statistical processing, dry-steppe zone of chestnut soils.

Citation. Potashkina Yu.N., Ivantsova E.A. The Influence of Protective Forest Plantations on the Microclimate of the Agricultural Landscape in the Dry-Steppe Zone of Chestnut Soils. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 5-14. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.1>

УДК 631.6
ББК 40.67

**ВЛИЯНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ
НА МИКРОКЛИМАТ АГРОЛАНДШАФТА
В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ¹**

Юстина Николаевна Поташкина

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград, Российская Федерация;
Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Елена Анатольевна Иванцова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведены результаты корреляционно-регрессионного анализа взаимосвязей микроклиматических показателей и расстояния от лесной полосы. Полевые исследования проводились в сухостепной зоне каштановых почв в течение 2020–2021 гг. в летний, осенний и зимний периоды. Объект исследования – сорокалетняя полезащитная лесная полоса ажурной конструкции ОПХ «Качалинское» смешанного породного состава из вяза мелколистного (*Ulmus parvifolia* J.) и смородины золотистой (*Ribes aureum* P.) по краям полосы. В ходе проведения анализа выявлены различные степени зависимости исследуемых факторов друг от друга. Анализ корреляционных связей обнаружил положительную зависимость (по шкале Чеддока) между расстоянием от лесной полосы и скоростью ветра ($r = 0,94–0,96$), влажностью ($r = 0,83–0,86$) и температурой воздуха ($r = 0,80–0,89$). Средняя и сильная корреляционная взаимосвязь микроклиматических показателей и расстояния от лесной полосы отмечается у части измерений для влажности и температуры почвы. Полученные регрессионные модели и коэффициенты детерминации указывают на близость математической модели к эмпирическим наблюдениям.

Ключевые слова: полезащитные лесные полосы, микроклиматические показатели, корреляция, регрессионный анализ, статистическая обработка, сухостепная зона каштановых почв.

Цитирование. Поташкина Ю. Н., Иванцова Е. А. Влияние полезащитных лесных насаждений на микроклимат агроландшафта в сухостепной зоне каштановых почв // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 5–14. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.1>

Введение

Пропорционально увеличению численности населения возрастает фактор антропогенного воздействия на окружающую природную среду. Возросшее антропогенное вмешательство в устойчивость экосистем способствует активизации различного рода экологических проблем, таких как сокращение биоразнообразия, изменение климата, сокращение площади лесов и др. Сложившийся экологический кризис и негативная агроэкологическая обстановка стали последствиями интенсификации растениеводческой отрасли.

Одним из способов стабилизации экологической обстановки и сохранения окружающей природной среды является защитное лесоразведение, которое представляет собой комплекс различных мероприятий, направленных

на создание, выращивание и использование насаждений для защиты сельскохозяйственных угодий, почвенных ресурсов, каналов, водоемов и техногенного воздействия промышленного сектора [8; 10; 14; 19]. Особенно актуальным защитное лесоразведение является в аридных малолесных регионах, расположенных преимущественно на юге европейской части территории РФ. Структура защитного лесоразведения в разрезе Южного федерального округа представлена на рисунке 1.

Защитные лесные насаждения (ЗЛН) включают в себя в том числе и группу агролесомелиоративных насаждений, которые представлены линейными насаждениями различной функциональности (полезащитные – ветрорегулирующие, стокорегулирующие, лесные полосы на орошаемых землях и др.) [22].

Полезащитные лесные полосы (далее – ПЗЛП) трансформируют агроландшафт в агролесоландшафт, параллельно формируя особый микроклимат прилегающей территории. О роли влияния ПЗЛП на микроклиматические показатели агроландшафтов отмечается во многих работах [1; 3; 5–7; 9–15; 21; 23]. В агролесомелиоративной науке зоной влияния ПЗЛП на скорость ветра принимается значение 25–30Н (Н–высота лесной полосы), для повышенного снегоотложения характерна зона 10–20Н [22]. Также стоит отметить, что зона влияния защитных лесных полос обуславливается их конструкцией [2; 4; 11], состоянием атмосферы, характером подстилающей поверхности, рельефом [22].

Помимо проведения полевых исследований крайне важным является и математико-статистическая обработка полученных данных [16–18]. Наиболее применяемыми методами математической статистики является корреляционный и регрессионный анализы полученных экспериментальных исследований.

Корреляция характеризует взаимосвязи между двумя и более переменными, выраженные одним числом, отражает согласование изменения переменных. Регрессионный анализ представлен набором статистических методов по оценке отношений между переменными. Настоящая работа является продолжением проведенных ранее полевых исследований [15; 23] и посвящена статистической обработке экспериментально полученных данных.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2020–2021 гг. с целью определения роли влияния поlezащитной лесной полосы на микроклиматические показатели прилегающего агроландшафта в летний, осенний и зимний периоды. Объектом исследования являлась сорокалетняя поlezащитная лесная полоса ажурной конструкции смешанного породного состава из вяза мелколистного (*Ulmus parvifolia* J.) и смородины золотистой (*Ribes aureum* P.)

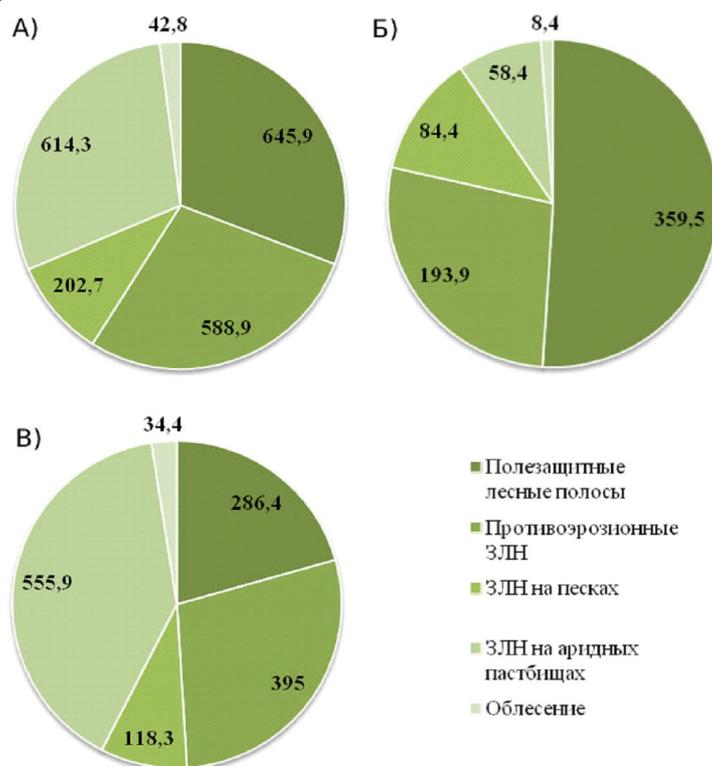


Рис. 1. Структура защитного лесоразведения в разрезе Южного федерального округа, тыс. га:
 А – требуется; Б – имеется; В – необходимо создать

Примечание. Составлено авторами по: [20].

по краям полосы в ОПХ «Качалинское» (рис. 2). Объект располагается в сухостепной зоне каштановых почв. Агрофон – пар чистый (стерня зерновых).

Измерения проводились три раза в сутки (утро, обед, вечер) по пяти климатическим параметрам: скорость ветрового потока, температура воздуха и почвы, влажность почвы и относительная влажность воздуха. Для скорости ветра, температуры и влажности воздуха показания фиксировались на двух высотах от земной поверхности (0,5 м и 1,5 м), температура почвы измерялась на поверхности. Показания фиксировались в лесной полосе и на расстоянии 3Н, 5Н, 8Н, 10Н, 15Н, 20Н, 25Н, 30Н для скорости ветра, относительной влажности воздуха, температуры воздуха и почвы. Влажность почвы определялась в лесной полосе и на расстоянии 1Н, 5Н, 10Н, 20Н, 30Н через каждые 10 см до глубины 50 см.

В основу текущей работы взяты данные за летний и осенний периоды в годы проведения исследования; в завершении следующего этапа работы выполнен корреляционно-регрессионный анализ зависимостей между расстоянием от лесной полосы и микроклиматическими показателями. Статистическая обработка производилась с использованием набора инструментов «Анализ данных» в программном обеспечении MS Excel.

Результаты и обсуждения

Анализ корреляционных связей выявил значительную положительную зависимость (по шкале Чеддока) (табл. 1) между расстоянием от лесной полосы и скоростью ветра. Так, для летнего сезона она составила $r = 0,95$ (лето 13:00; 0,5 м), $r = 0,96$ (лето 16:00; 0,5 м), в осенний период $r = 0,94$ (осень 16:00; 0,5 м). Значительная корреляционная связь выявлена между

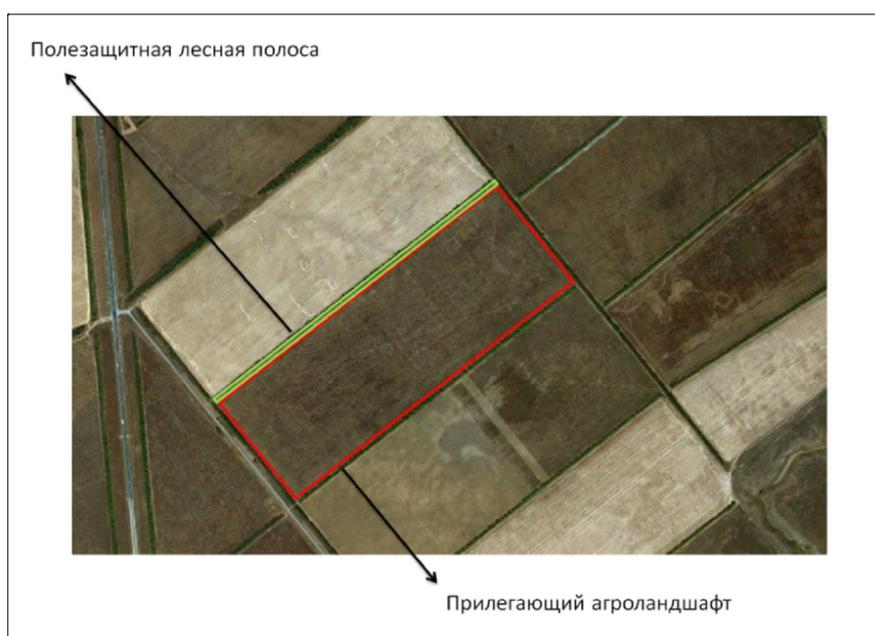


Рис. 2. Схема опытного хозяйства «Качалинское» Волгоградской области

Таблица 1

Взаимосвязь микроклиматических параметров и расстояние от лесной полосы (r)

Сезон	S от ЛП / V ветра	S от ЛП / ϕ воздуха	S от ЛП / $t_{\text{почвы}}$	S от ЛП / $t_{\text{воздуха}}$	S от ЛП / ϕ почвы
Лето 10:00 (0,5 м/1,5 м)	0,90/0,86	0,50/-0,03	0,35	0,50/0,61	0,65
Лето 13:00 (0,5 м/1,5 м)	0,95/0,96	-0,33/-0,57	0,65	0,89/0,80	
Лето 16:00 (0,5 м/1,5 м)	0,92/0,88	0,86/0,83	0,26	0,83/0,57	
Осень 10:00 (0,5 м/1,5 м)	0,79/0,54	0,41/-0,71	0,70	0,76/0,84	0,75
Осень 13:00 (0,5 м/1,5 м)	0,49/0,24	0,02/-0,75	0,54	-0,07/0,40	
Осень 16:00 (0,5 м/1,5 м)	0,94/0,74	-0,09/-0,01	-0,40	-0,07/-0,03	

расстоянием от лесной полосы и скоростью ветра $r = 0,86$ (лето 10:00; 0,5 м), $r = 0,88$ (лето 16:00; 1,5 м), $r = 0,79$ (осень 10:00; 0,5 м), $r = 0,74$ (осень 16:00; 1,5 м). Также сильная корреляционная связь наблюдается между такими показателями, как расстояние от лесной полосы и влажность воздуха $r = 0,86$ (лето 16:00; 0,5 м), $r = 0,83$ (лето 16:00; 1,5 м), температурой воздуха $r = 0,89$ (лето 13:00; 0,5 м), $r = 0,80$ (лето 13:00; 1,5 м), $r = 0,84$ (осень 10:00; 1,5). Средняя корреляционная связь выявлена между расстоянием от лесной полосы и скоростью ветра $r = 0,54$ (осень 10:00; 1,5 м), между расстоянием от лесной полосы и температурой почвы $r = 0,65$ (лето 13:00), $r = 0,70$ (осень 10:00), $r = 0,54$ (осень 13:00), между расстоянием от лесной полосы и температурой воздуха $r = 0,50$ (лето 10:00; 0,5 м), $r = 0,61$ (лето 10:00; 1,5 м).

Для определения связи между расстоянием от лесной полосы и влажностью почвы было взято среднее значение влажности в слое 0–50 см. Анализ корреляционной связи выявил среднюю корреляционную зависимость между расстоянием от лесной полосы и влажностью почвы ($r = 0,65$) в летний период наблюдений, высокую ($r = 0,75$) в осенний период наблюдений.

Для ряда наблюдений отмечается очень слабая корреляционная зависимость; также были отмечены и обратные зависимости. Такая ситуация, на наш взгляд, может быть обусловлена погрешностью измерений.

Для очень сильных корреляционных зависимостей также проведен регрессионный анализ. Регрессионный анализ сводится к выбору одномерной математической модели (регрессионного уравнения), адекватно и корректно описывающей отношение расчетных значений к фактическим. Регрессионный анализ был проведен для следующих взаимосвязей S от ЛП / V ветра: 1) $r = 0,90$ лето 10:00 (0,5 м); 2) $r = 0,95$ лето 13:00 (0,5 м); 3) $r = 0,96$ лето 13:00 (1,5 м); 4) $r = 0,92$ лето 16:00 (0,5 м); 5) $r = 0,94$ осень 16:00 (0,5 м). Диаграммы (рис. 3) построены в декартовой системе координат, где за ось OX принимается расстояние от лесной полосы (м), за ось OY скорость ветра (м/с).

В первом случае линейное уравнение регрессии имеет вид $y = 0,0126x + 4,2403$. Коэффициент регрессии $b = 0,0126$ показывает среднее изменение резульативного показателя (м/с) с повышением или понижением величины фактора x (м). В этом случае с увеличением на 1 единицу y повышается в среднем на 0,0126.

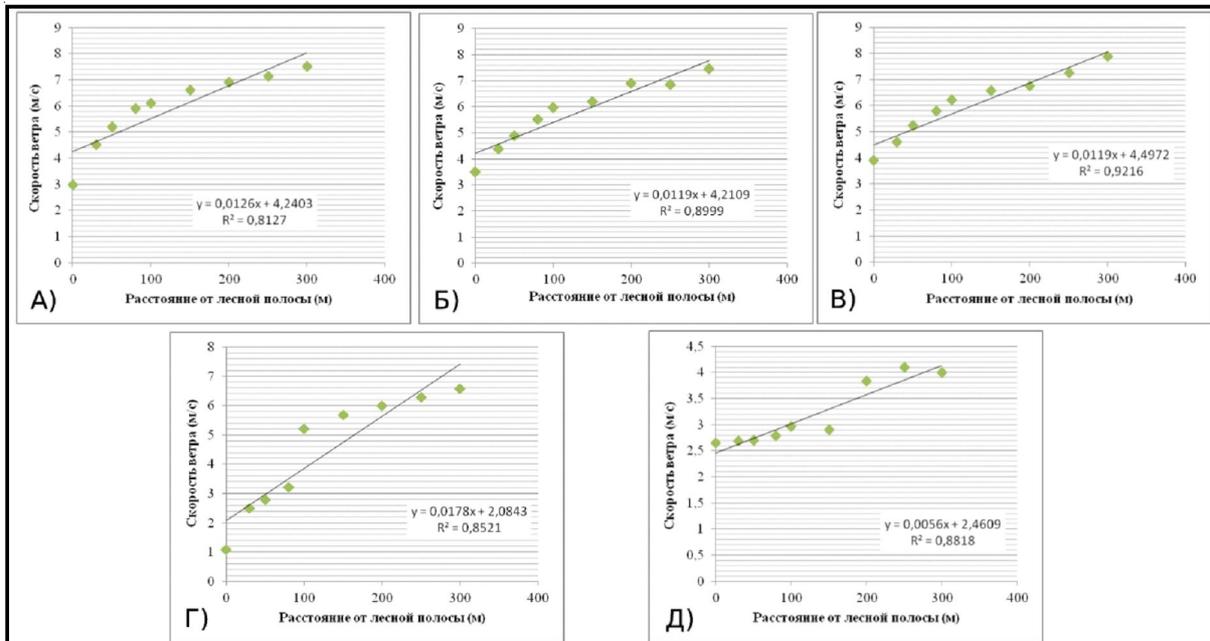


Рис. 3. Регрессионные связи скорости ветрового потока с расстоянием от лесной полосы:

А – $r = 0,90$ лето 10:00 (0,5 м); Б – $r = 0,95$ лето 13:00 (0,5 м); В – $r = 0,96$ лето 13:00 (1,5 м);

Г – $r = 0,92$ лето 16:00 (0,5 м); Д – $r = 0,94$ осень 16:00 (0,5 м)

Коэффициент $a = 4,2403$ формально показывает прогнозируемый уровень y , но только в том случае, если $x = 0$ находится близко с выборочными значениями. Но если $x = 0$ находится далеко от выборочных значений x , то буквальная интерпретация может привести к неверным результатам, и даже если линия регрессии довольно точно описывает значения наблюдаемой выборки, нет гарантий, что также будет при экстраполяции влево или вправо.

Связь между y и x определяет знак коэффициента регрессии b , если $b > 0$ прямая связь, $b < 0$ обратная. В данном случае коэффициент регрессии составляет $0,0126$ – связь прямая. Также был рассчитан квадрат множественного коэффициента корреляции (коэффициент детерминации) R^2 , отражающий долю вариации результативного признака, объясненную вариацией факторного признака. В данном случае $R^2 = 0,8127$ означает, что в $81,27\%$ изменения x приводят к изменению y . Точность подбора уравнения высокая, остальные $18,73\%$ изменения y объясняются факторами, не учтенными в модели (а также ошибками спецификации).

Значимость регрессионной модели определяется при помощи F -критерия Фишера, расчетное значение которого находится как отношение дисперсии исходного ряда наблюдений изучаемого показателя и несмещенной оценки дисперсии остаточной последовательности для данной модели. Полученное значение критерия F сравнивается с табличным значением $F_{\text{табл}}$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Если соблюдается условие $F > F_{\text{табл}}$, то делается вывод об адекватности описания уравнением рассматриваемой взаимосвязи. Табличное значение критерия со степенями

свободы $k_1 = 1$ и $k_2 = 7$, $F_{\text{табл}} = 5,59$. Расчетное значение $F = 30,37$; поскольку фактическое значение $F > F_{\text{табл}}$, то коэффициент детерминации статистически значим (найденная оценка уравнения регрессии статистически надежна).

Для проверки качества уравнения регрессии используется ошибка абсолютной аппроксимации (\bar{A}). Ошибка аппроксимации в пределах $5-7\%$ свидетельствует о хорошем подборе уравнения регрессии к исходным данным. Для данного варианта в среднем расчетные значения отклоняются от фактических на $10,31\%$. Так как значения ошибки аппроксимации более, чем 7% , то данное уравнение не желательно использовать в качестве регрессии. Аналогичный расчет для других очень сильных корреляционных связей представлен в таблице 2.

Анализ полученных данных показал, что все пять значений F -критерия Фишера больше табличных $F_{\text{табл}}$. Это позволяет делать вывод, что полученные регрессионные уравнения достоверны и адекватны. Из пяти полученных регрессионных моделей три модели имеют ошибку аппроксимации (B) в пределах $5-7\%$, что свидетельствует о хорошем подборе уравнений.

Заключение

Согласно ранее полученным эмпирическим путем данным установлено, что наибольшее влияние лесная полоса оказывает на скорость ветрового потока. Корреляционно-регрессионный анализ также выявил наибольшую взаимосвязь между S от ЛПП / $V_{\text{ветра}}$. Так, среднее значение составило $r = 0,77$. Полученные регрессионные модели и коэффициенты детерминации указывают на близость математической модели к эмпирическим наблюдениям.

Таблица 2

Оценки значимости и качества регрессионных уравнений

№ п/п	Корреляционная взаимосвязь	Линейное уравнение	Вид связи	R^2	$F_{\text{табл}}$	F	$\bar{A}, \%$
1	$r = 0,90$ лето 10:00 (0,5 м)	$y = 0,0126x + 4,2403$	Прямая	0,8127	5,59	30,37	10,31
2	$r = 0,95$ лето 13:00 (0,5 м)	$y = 0,0119x + 4,2109$	Прямая	0,8999		62,94	6,57
3	$r = 0,95$ лето 13:00 (1,5 м)	$y = 0,0119x + 4,4972$	Прямая	0,9216		82,29	5,47
4	$r = 0,92$ лето 16:00 (0,5 м)	$y = 0,0178x + 2,0843$	Прямая	0,8521		40,31	19,37
5	$r = 0,94$ осень 16:00 (0,5 м)	$y = 0,00556x + 2,4609$	Прямая	0,8818		52,22	5,1

Наименьшее значение $R^2=0,8127$, наибольшее $R^2=0,9216$. С учетом того, что под достоверностью данных в статистике понимается степень приближения соответствия данных тому, что есть, можно сделать вывод о достоверности данных по скорости ветрового потока. Полученный результат подтверждает, что одна из ключевых функций защитных лесных насаждений – ветрозащитная. Средняя и сильная корреляционная взаимосвязь микроклиматических показателей и расстояния от лесной полосы отмечается также у части измерений для влажности и температуры почвы.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена по теме НИР ФНЦ агроэкологии РАН № 122020100312-0 «Теория и принципы формирования адаптивных агролесомелиоративных комплексов сухостепной зоны юга РФ в контексте климатических изменений».

The work was carried out on the topics of research of the FSC of Agroecology RAS No. 122020100312-0 «Theory and principles of adaptive agroforestry and reclamation complexes in the dry steppe zone of the south of Russia in the context of climate change».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроэкологические условия возделывания озимой пшеницы под защитой лесных полос / А. Н. Сарычев, Д. Е. Михальков, А. В. Вдовенко, О. М. Воробьева // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 1 (204). – С. 11–20. – DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-204-01-11-20>
2. Балакай, Н. И. Функциональное назначение защитных лесных насаждений, их размещение и конструкции / Н. И. Балакай // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 2 (62). – С. 63–69.
3. Васильев, Ю. И. Математическое моделирование многолетнего варьирования урожайности озимой пшеницы на открытом и облесенном пространстве / Ю. И. Васильев, С. Ю. Турко, Н. Н. Овечко // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 1. – С. 38–41.
4. Верин, А. Ю. Экологическое состояние почвы в системе «почва – лесные насаждения» / А. Ю. Верин, И. Ф. Медведев // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 226–231. – DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-2-226-231>

5. Влияние лесной полосы на формирование экологических факторов агроландшафта / А. Ю. Верин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 12. – С. 12–15.

6. Волошенкова, Т. В. Динамика ветрового режима в лесомелиорированных агроландшафтах / Т. В. Волошенкова // Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию окончания Сталинградской битвы, Волгоград, 31 янв. – 2 февр. 2018 г. – Волгоград : Изд-во ВолГАУ, 2018. – С. 336–342.

7. Иванцова, Е. А. Агроэкологическое значение защитных лесных насаждений в Нижнем Поволжье / Е. А. Иванцова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2014. – № 4 (10). – С. 40–47. – DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu11.2014.4.5>

8. Иванцова, Е. А. Влияние лесных полос на численность и распределение энтомофауны / Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2006. – № 4 (4). – С. 46–50.

9. Иванцова, Е. А. Снижение негативного воздействия на агроценозы путем управления примыкающими природно-антропогенными системами / Е. А. Иванцова, Н. В. Онистратенко, А. В. Холоденко, А. А. Тихонова, В. В. Новочадов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. – 2017. – Т. 19, № 4 (41). – С. 138–146. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2017.4.15>

10. Иванцова, Е. А. Устойчивое развитие агроэкосистем / Е. А. Иванцова, А. А. Матвеева, Ю. С. Половинкина // Антропогенная трансформация геопроцессов: история и современность : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2014. – С. 27–30.

11. Иващенко, Н. Н. Влияние лесных полос различных конструкций на ветровой поток и снегораспределение / Н. Н. Иващенко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (41). – С. 16–19.

12. Кошелев, А. В. Влияние лесных полос на физико-химические показатели в зоне каштановых почв Волгоградской области / А. В. Кошелев // Научно-агрономический журнал. – 2017. – № 2 (101). – С. 36–38.

13. Мелиоративная роль лесной полосы в формировании урожайности озимой пшеницы в засушливой зоне Ставропольского края / Л. В. Трубочева [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 2 (30). – С. 179–182. – DOI: <https://doi.org/10.31279/2222-9345-2018-7-30-179-182>

14. Новочадов, В. В. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-

трансформированных территорий Юга России / В. В. Новочадов, А. С. Рулев, В. Г. Юферев, Е. А. Иванцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 151–158.

15. Поташкина, Ю. Н. Влияние полевых защитных лесных полос ажурной конструкции на характер снегораспределения / Ю. Н. Поташкина, Е. А. Иванцова // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 31–36. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.4.3>

16. Салугин, А. Н. Аналитическое моделирование деградации аридных пастбищ / А. Н. Салугин, М. В. Власенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 3 (63). – С. 366–376. – DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-03-38>

17. Салугин, А. Н. О логистической аппроксимации динамики роста дерева / А. Н. Салугин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 4 (56). – С. 262–271. – DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-04-31>

18. Салугин, А. Н. Стохастическое моделирование влияния защитных лесных насаждений. Распределение Коши / А. Н. Салугин, А. В. Кулик, А. И. Узолин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 3. – С. 7–10. – DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500262721030029>

19. Стратегия развития защитного лесоразведения в Волгоградской области на период до 2025 года / К. Н. Кулик [и др.]. – Волгоград: Федер. науч. центр агроэкологии, комплек. мелиораций и защит. лесоразведения РАН, 2017. – 39 с.

20. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года / К. Н. Кулик [и др.]. – Перераб., доп. – Волгоград: Федер. науч. центр агроэкологии, комплек. мелиораций и защитного лесоразведения РАН, 2018. – 36 с.

21. Танюкевич, В. В. Надземная фитомасса лесных полос, их влияние на ветровой режим и влагонакопление агроландшафтов / В. В. Танюкевич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 91. – С. 986–1003.

22. Энциклопедия агролесомелиорации / Л. И. Абакумова [и др.]. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. – 675 с.

23. Potashkina, Yu. N. Impact of Field-Protective Forest Belts on the Microclimate of Agroforest Landscape in the Zone of Chestnut Soils of the Volgograd Region / Yu. N. Potashkina, A. V. Koshelev // Forests. – 2022. – Vol. 13, № 11. – P. 1892. – DOI: <https://doi.org/10.3390/f13111892>

REFERENCES

1. Sarychev A.N., Mihalkov D.E., Vdovenko A.V., Vorobyeva O.M. Agroekologicheskie usloviya vzdelyvaniya ozimoy pshenicy pod zashchitoy lesnyh polos [Agro-Ecological Conditions of Winter Wheat Cultivation Under the Protection of Forest Strips]. *Agrarnyy vestnik Urala*, 2021, no. 1 (204), pp. 11-20. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-204-01-11-20>

2. Balakaj N.I. Funkcionalnoe naznachenie zashchitnyh lesnyh nasazhdenij, ih razmeshchenie i konstrukcii [Functional Purpose of Protective Forest Plantations, Their Placement and Design]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya*, 2016, no. 2 (62), pp. 63-69.

3. Vasilyev Yu.I., Turko S.Yu., Ovechko N.N. Matematicheskoe modelirovanie mnogoletnego varyirovaniya urozhajnosti ozimoy pshenicy na otkrytom i oblesennom prostranstve [Mathematical Modeling of Multi-Year Variation in Winter Wheat Yields in Open and Forested Areas]. *Rossiyskaya selskohozyajstvennaya nauka*, 2016, no. 1, pp. 38-41.

4. Verin A.Yu., Medvedev I.F. Ekologicheskoe sostoyanie pochvy v sisteme “pochva – lesnye nasazhdeniya” [Ecological Condition of Soil in the System “Soil – Forest Plantations]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Himiya. Biologiya. Ekologiya*, 2020, vol. 20, no. 2, pp. 226-231.

5. Verin A.Yu., Medvedev I.F., Gubarev D.I. Vliyaniye lesnoj polosy na formirovaniye ekologicheskikh faktorov agrolandshafta [Influence of Forest Belt on the Formation of Ecological Factors of Agrolandscape]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*, 2018, no. 12, pp. 12-15.

6. Voloshenkova T.V. Dinamika vetrovogo rezhima v lesomeliorirovannykh agrolandshaftah [Dynamics of Wind Regime in Forest-Meliorated Agrolandscapes]. *Mirovye nauchno-tehnologicheskie tendentsii socialno-ekonomicheskogo razvitiya APK i selskih territorij: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 75-letiyu okonchaniya Stalingsradskoj bitvy* [World Scientific and Technological Trends in Social and Economic Development of AIC and Rural Territories. Proceedings of the International Scientific-Practical Conference Dedicated to the 75th Anniversary of the End of the Battle of Stalingrad]. Volgograd, Izd-vo VolGAU, 2018, pp. 336-342.

7. Ivantsova E.A. Agroekologicheskoe znachenie zashchitnyh lesnyh nasazhdenij v Nizhnem Povolzhye [Agroecological Significance of Protective Forest Plantations in the Lower Volga Region]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11. Estestvennye nauki* [Science Journal of

Volgograd State University. Natural Sciences], 2014, no. 4 (10), pp. 40-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu1.2014.4.5>

8. Ivantsova E.A. Vliyanie lesnyh polos na chislennost i raspredelenie entomofauny [Influence of Forest Strips on the Number and Distribution of Entomofauna]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee i professionalnoe obrazovanie*, 2006, no. 4 (4), pp. 46-50.

9. Ivantsova E.A., Onistratenko N.V., Holodenko A.V., Tihonova A.A., Novochadov V.V. Snizhenie negativnogo vozdeystviya na agrocenozy putem upravleniya primykayushchimi prirodno-antropogennymi sistemami [Reduction of the Negative Impact on Agrocenoses by Managing Adjacent Natural and Anthropogenic Systems]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3. Ekonomika. Ekologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System], 2017, vol. 19, no. 4 (41), pp. 138-146. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2017.4.15>

10. Ivantsova E.A., Matveeva A.A., Polovinkina Yu.S. Ustoichivoe razvitie agroekosistem [Sustainable Development of the Agroecosystem]. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost: materialy vseross. nauch.-prakt. konf.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: History and Modernity. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference], Volgograd, Izd-vo VolGU, 2014, pp. 27-30.

11. Ivashchenko N.N. Vliyanie lesnyh polos razlichnykh konstruktsiy na vetrovoj potok i snegoraspredelenie [Effect of Forest Belts of Different Designs on Wind Flow and Snow Distribution]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, no. 3 (41), pp. 16-19.

12. Koshelev A.V. Vliyanie lesnyh polos na fiziko-himicheskie pokazateli v zone kashtanovykh pochv Volgogradskoy oblasti [Effect of Forest Strips on Physico-Chemical Parameters in the Zone of Chestnut Soils of Volgograd Region]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal*, 2017, no. 2 (101), pp. 36-38.

13. Trubacheva L.V., Muhina O.V., Chuhlebova N.S. Meliorativnaya rol lesnoj polosy v formirovani urozhajnosti ozimoy pshenicy v zasushlivoj zone Stavropolskogo kraja [A Meliorative Role of Forest Belt in Winter Wheat Yield Formation in Arid Zone of Stavropol Krai]. *Vestnik APK Stavropolya*, 2018, no. 2 (30), pp. 179-182. DOI: <https://doi.org/10.31279/2222-9345-2018-7-30-179-182>

14. Novochadov V.V., Rulev A.S., Yuferev V.G., Ivantsova E.A. Distanzionnye issledovaniya i kartografirovaniye sostojaniya antropogennotransformirovannykh territorij uga Rossii [Remote Studies and Mapping of the State of Anthropogenically

Transformed Territories of the South of Russia]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee i professionalnoe obrazovanie*, 2019, no. 1 (53), pp. 151-158.

15. Potashkina Yu.N., Ivantsova E.A. Vliyanie polezashchitnyh lesnyh polos azhurnoj konstruktsii na harakter snegoraspredeleniya [Influence of Field-Protective Forest Belts of Openwork Construction on the Character of Snow Distribution]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 4, pp. 31-36. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.4.3>

16. Salugin A.N., Vlasenko M.V. Analiticheskoe modelirovaniye degradatsii aridnykh pastbishch [Analytical Modeling of Arid Pasture Degradation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*, 2021, no. 3 (63), pp. 366-376. DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-04-31>

17. Salugin A.N. O logisticheskoy approksimatsii dinamiki rosta dereva [About Logistic Approximation of Dynamics of Tree Growth]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*, 2019, no. 4 (56), pp. 262-271. DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-04-31>

18. Salugin A.N., Kulik A.V., Uzoln A.I. Stokhasticheskoe modelirovaniye vliyaniya zashchitnyh lesnyh nasazhdenij. Raspredelenie Koshi [Stochastic Modeling of the Influence of Protective Forest Belts. The Cauchy Distribution]. *Rossiyskaya selskohozyajstvennaya nauka*, 2021, no. 3, pp. 7-10. DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500262721030029>

19. Kulik K.N. et al., eds. «Strategiya razvitiya zashchitnogo lesorazvedeniya v Volgogradskoy oblasti na period do 2025 goda» [Strategy for the Development of Protective Afforestation in the Volgograd Region for the Period up to 2025]. Volgograd, Feder. nauch. centr agroekologii, kompleks. melioratsij i zashchit. lesorazvedeniya RAN, 2017. 39 p.

20. Kulik K.N. et al., eds. *Strategiya razvitiya zashchitnogo lesorazvedeniya v Rossijskoj Federatsii na period do 2025 goda* [Strategy for the Development of Protective Afforestation in the Volgograd Region for the Period up to 2025]. Volgograd, Feder. nauch. centr agroekologii, kompleks. melioratsij i zashchit. lesorazvedeniya RAN, 2018. 36 p.

21. Tanyukevich V.V. Nadzemnaya fitomassa lesnyh polos, ih vliyanie na vetrovoj rezhim i vlagonakoplenie agrolandschaftov [Above-Ground Phytomass of Forest Strips, Their Influence on Wind Conditions and Moisture Accumulation in Agrolandscapes]. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo*

gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2013, no. 91, pp. 986-1003.

22. Abakumova L.I. et al. *Enciklopediya agrolesomelioracii* [Encyclopedia of Agroforestry]. Volgograd, VNIALMI Publ., 2004. 675 p.

23. Potashkina Yu.N., Koshelev A.V. Impact of Field-Protective Forest Belts on the Microclimate of Agroforest Landscape in the Zone of Chestnut Soils of the Volgograd Region. *Forests*, 2022, vol. 13, no. 11, p. 1892. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13111892>

Information About the Authors

Yustina N. Potashkina, Junior Researcher, Laboratory of Agricultural Technologies and Farming Systems in the Agroforest Landscapes, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration, and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation; Postgraduate Student, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, potashkina-y@vfanc.ru

Elena A. Ivantsova, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Director of the Institute of Natural Sciences, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, ivantsova@volsu.ru

Информация об авторах

Юстина Николаевна Поташкина, младший научный сотрудник лаборатории агротехнологий и систем земледелия в агролесоландшафтах, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация; аспирант кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, potashkina-y@vfanc.ru

Елена Анатольевна Иванцова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Института естественных наук, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, ivantsova@volsu.ru