

УДК 631.47

**Оценка состояния лесных полос при расчете нормативной урожайности
зерновых культур (на примере Ростовской области)**

DOI: 10.18522/2308-9709-2023-45-3

Меженков А.А., Безуглова О.С., Литвинов Ю.А.

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
Россия*

Аннотация

В статье предложено учитывать состояние лесных полос при проведении агроэкологической оценки почв для степной зоны. Одним из способов такой оценки является расчет нормативной урожайности зерновых культур, методика проведения которого утверждена Приказом № 445 Минэкономразвития РФ от 20.09.2010 г. Основу расчета показателя составляют поправочные коэффициенты, значение которых зависит от почвенного плодородия (содержания гумуса в пахотном горизонте и мощности А+В), гранулометрического состава (содержания физической глины), и негативных признаков (засоление, солонцеватость, каменистость и др.).

Для Ростовской области предлагается добавить поправочный коэффициент на состояние лесных полос, поскольку они препятствуют развитию эрозионных процессов на полях, создают оптимальные условия для произрастания сельскохозяйственных растений и в целом способствуют поддержанию плодородия почвы. Для полей с отсутствующей или изреженной (не выполняющей своей функции) сетью лесных полос урожайность зерновых культур снижается на 15–20%. В то же время, лесополосы, сохранность которых составляет 65% и более распространяют защитное действие на 200–250 метров от себя, а лесные полосы, сохранившиеся менее чем на 65% от изначальной площади, распространяют своё защитное действие на расстоянии менее 150 метров. Поэтому для территорий, соответствующих бывшим хозяйствам СССР, на которых наблюдается снижение, либо увеличение площади лесных полос за счет зарастания лесных полос кустарником (что также снижает защитную функцию

полезацинтных лесных насаждений из-за уменьшения высоты сооружения) менее, чем на 35% (сохранность лесных полос – 65% и более), присваивается понижающий коэффициент 0,8. Для участков, на которых лесные полосы сохранились менее чем на 65% присваивается коэффициент 0,5, поскольку наблюдается значительное уменьшение эффективности лесополосы. В случае, если не происходит значительного изменения площади полезацинтных лесных полос в сравнении с восьмидесятыми – девяностыми годами 20 столетия, присваивается нивелирующий коэффициент 1.

Ключевые слова: лесные полосы, нормативная урожайность, NDVI, Ростовская область

Assessment for the state of forest belts when calculating the standard yield of grain crops (on the example of the Rostov region)

DOI: 10.18522/2308-9709-2023-45-3

Mezhenkov A.A., Bezuglova O.S., Litvinov Yu.A.

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Abstract

The article proposes to consider the state of forest belts when conducting an agroecological assessment of soils for the steppe zone. One of the methods for such an assessment is the calculation of the standard yield of grain crops in accordance with the methodology for calculating the standard yield, approved by order of the Ministry of Economic Development of Russia dated September 20, 2010, No. 445. The basis for calculating the indicator is correction factors, the value of which depends on soil fertility (humus content in the arable horizon and A + B thickness), granulometric composition (physical clay content), and negative signs (salinization, alkalinity, stoniness, etc.).

For the Rostov region, it is proposed to add a correction factor for the state of forest belts, since they prevent the development of erosion processes in the fields, create optimal conditions for the growth of agricultural plants and, in general, help maintain soil fertility. For fields with an absent or sparse (not fulfilling their function) network of forest belts, the yield

of grain crops is reduced by 15-20%. At the same time, forest belts, the safety of which is 65% or more, extend their protective effect at 200-250 meters from themselves, and forest belts that have survived less than 65% of their original area extend their protective effect at less than 150 meters. Therefore, for the territories corresponding to the former USSR farms, where there is a decrease or increase in forest belts due to overgrowth of forest belts with shrubs (which also reduces the protective function of field-protective forest plantations due to a decrease in the height of the structure), by less than 35% (preservation of forest belts). bands – 65% or more), then a reduction factor of 0.8 is assigned. For sites where the forest belts are less than 65% preserved, a coefficient of 0.5 is assigned, since there is a significant decrease in the effectiveness of the forest belt. If there is no significant change in shelter belts in comparison with the period of the USSR, when the optimal state of forest belts was maintained, a leveling coefficient of 1 is assigned.

Keywords: forest belts, standard yield, NDVI, Rostov region

Введение. «Защитные лесные насаждения – искусственно созданные посадкой или посевом насаждения для защиты с.-х. угодий, почв, водоёмов, дорог, населённых пунктов от неблагоприятных природных факторов. В категорию защитных лесных насаждений входят полезащитные лесные полосы, которые закладываются в совхозах, колхозах и др. хозяйствах по границам полей севооборотов (на больших полях и внутри них). Они уменьшают скорость и турбулентность ветров на прилегающих полях, улучшают микроклимат, распределение снега, влажность почвы, защищают почву от ветровой и водной эрозии, что повышает урожай с.-х. культур. На пахотных склонах крутизной свыше 2° полезащитные полосы, уменьшая сток талых и ливневых вод и смыв почвы, играют важную водорегулирующую роль и называются водорегулирующими» (Большая советская энциклопедия, 1969–1978).

Лесную полосу обычно составляют деревья и кустарники, которые, характеризуясь определенными отношениями друг с другом и с окружающей средой, создают экологическую систему, аналогичную лесной.

Лесные полосы выполняют различную роль, которая определяется их назначением и расположением. В соответствии с этим выделяют несколько видов лесных полос. В контексте данной работы наиболее интересны полевые защитные лесополосы. Их главное назначение – снижение скорости ветра на равнинных территориях степных пространств или на слабопологих склонах, где водная эрозия отсутствует либо выражена слабо. В зимнее время они выполняют снегозадерживающее действие, что способствует накоплению влаги. Как следствие на полях, защищенных лесополосами, увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур (Тимерьянов и др., 2009; Адров и др., 2011; Давлетшин, Дмитриева, 2019). Эффективность лесополос зависит от их конструкции (высоты, ширины, ярусности и плотности), которая в свою очередь определяется подбором древесных и кустарниковых растений. Наиболее эффективны ажурные лесополосы, так как их продуваемость выше, и соответственно снижение скорости ветра больше (Павловский, 1988; Тимерьянов и др., 2009; Давлетшин, Дмитриева, 2019).

Кроме полевых защитных лесных полос большую роль в перехвате стоковых вод и скреплении почвенного грунта корневыми системами растений играют приовражные и прибалочные защитные лесные насаждения. Их высаживают вдоль оврагов и балок на расстоянии 2–5 м от края и над их вершинами с целью предотвращения дальнейшего развития эрозионных процессов. Ширина приовражных и прибалочных лесных полос должна быть не менее 15 м (Новиков, 2005).

Водорегулирующие лесные полосы располагают в виде лент на склонах пахотных земель более 1° (Сельскохозяйственная энциклопедия, 1951). Их назначение – предотвращение размывов, поглощение основной массы поверхностного стока, равномерное распределение снега, защита от водной эрозии, суховеев и пыльных бурь.

Защитные лесные насаждения вдоль автомобильных и железных дорог, расположенные по обе стороны магистралей, предназначены для защиты от аэродинамических воздействий, снежных и песчаных заносов, предотвращения возникновения эрозионных процессов на прилегающих к дорожному полотну землях и выполнения санитарно-гигиенических и эстетических функций, а также для снижения уровня шума от транспортных средств и предотвращения загрязнения окружающей среды продуктами деятельности транспорта (ГОСТ 17.5.3.02-90).

Большое значение имеет возраст деревьев. Наиболее эффективно работает лесополоса, возраст древостоя которой лежит в диапазоне 5–45 лет (Безуглова и др., 2015). Я.Н. Ишутин (2006) считает, что возраст 40–45 лет является критическим. Однако и эти придержки нельзя считать абсолютными, так как устойчивость деревьев к выпадению определяется их видовыми особенностями, климатическими характеристиками и почвенными условиями. В Ростовской области, как и в других субъектах Юга Российской Федерации, почти все полезащитные лесные насаждения подошли к своему критическому возрасту. Обусловлено это тем, что с распадом СССР лесоразведение на юге России было практически остановлено. Если «...в 1995 году полезащитных лесных полос на землях сельскохозяйственного назначения было высажено на площади 19,8 тыс. га, то в 2007 году этот показатель не превышал 0,3 тыс. га» (Войцеховский, 2008). Лесополосы активно вырубаются для получения древесины или для освобождения земли под застройку. В то же время, как установили ученые Всероссийского научно-исследовательского агролесомелиоративного института, «за последние 15–20 лет погибло около 20–25% защитных лесных насаждений, 50–90% сохранившихся лесополос нуждаются в проведении комплекса лесохозяйственных мероприятий по оздоровлению, восстановлению и охране» (Кулик и др., 2017). Дефицит влажности, как следствие потепления, – одна из главных причин гибели деревьев в лесополосах степной и сухостепной зоны России, где они, по сути, являются интродуцентами (Безуглова и др., 2022). Так как защитное лесоразведение играет важную роль в обеспечении урожайности сельскохозяйственных культур, учет этой роли при проведении агроэкологической оценки должен повысить ее репрезентативность.

Объекты и методы. Объектами исследования служили хозяйства юго-восточных районов Ростовской области, где в силу климатических особенностей деградация лесных полос выражена наиболее ярко. Для сравнения были взяты некоторые хозяйства Азовского, Мясниковского и Усть-Донецкого районов. Оцифровку лесных полос осуществляли с помощью актуальных многоканальных спутниковых снимков Landsat 8/9, доступных на сайте геологической службы США (USGS) с пространственным разрешением 30 м/пиксель. На их основе рассчитывали нормализованный индекс растительности (NDVI). Расчет индекса NDVI представляет собой отношение суммы и разности значений отражения в инфракрасной и красной областях спектра. Связано это с

тем, что максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений приходится на красную область спектра (0.6–0.7

мкм), а максимум отражения клеточных структур зеленого листа лежит в инфракрасной области спектра (0.7–1.0 мкм). Таким образом, чем выше фотосинтетическая активность, тем меньше отражение в красной и больше – в инфракрасной области спектра. Отношение этих показателей позволяет однозначно выделять растительные объекты среди других природных объектов. В зависимости от значений индекса полученные результаты можно интерпретировать согласно рисунку 1. Для оцифровки лесных полос выбираются значения индекса, которые соответствуют древесной и кустарниковой растительности.



Рис. 1. Интерпретация значений индекса NDVI

Проводили также ручную векторизацию лесных полос в рамках заданных границ с использованием космического снимка в высоком разрешении (4–6 м/пиксель).

Векторизация осуществляется по кронам деревьев с избеганием, где это возможно, угловатых границ контура. На узких гранях лесополосы закругляются с использованием 6–8 вершин. Оцифрованная лесополоса показана на рисунке 2а. В случае, если лесополоса не сплошная и разделяется просеками, производится оцифровка отдельных фрагментов лесополосы (рисунок 2б).

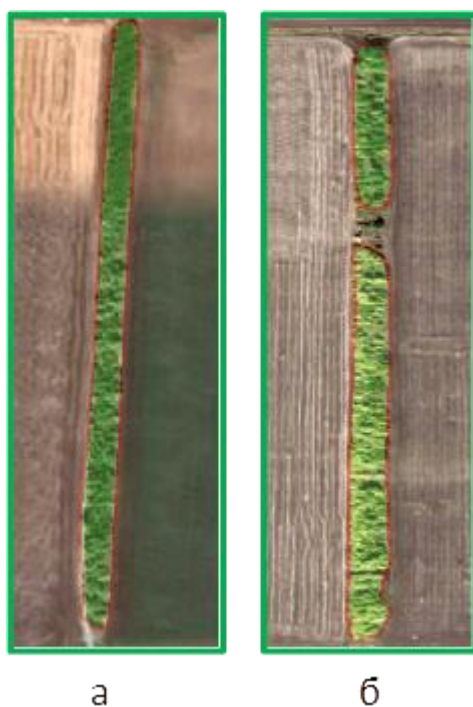


Рис. 2. Ручная векторизация лесных полос Алексеевского сельского поселения Матвеево-Курганского района Ростовской области: а – оцифрованная сплошная лесополоса; б – оцифрованная лесополоса, разделенная просекой.

Результаты и обсуждения. На сегодняшний день состояние лесных полос на территории Ростовской области недостаточно контролируется государством и собственниками сельскохозяйственных земельных участков. Однако для степной зоны полезащитные лесные насаждения играют важную роль в поддержании плодородия почвы, препятствованию развития эрозионных процессов и сохранении жизнедеятельности растений. Так, например по данным Б.В. Карузина (1954), выживаемость растений озимой пшеницы по полях, расположенных между двумя лесными полосами (межполосные поля), составляет 70%, а в незащищенных полях при тех же условиях – 50%, т. е. наблюдается снижение выживаемости на 20%. На полях, с сетью взаимодействующих ажурных и продуваемых лесных полос испаряемость на защищенной лесными полосами территории по сравнению с испаряемостью в открытой степи снижается в среднем на 20–25% (Сергеева, 2009).

Прямую зависимость от состояния лесных полос имеет и урожайность. Так, наши исследования, проведенные для ряда хозяйств юго-восточных районов Ростовской области, показали, что коэффициент корреляции Пирсона между усредненной урожайностью многолетних трав за период с 2016 по 2022 годы и состоянием лесных полос по данным на 2016–2017 гг. составляет 0,64 ($t=2,63$). За тот же период между усредненной урожайностью зерновых культур и состоянием лесных насаждений коэффициент корреляции еще выше – 0,8 ($t=4,22$). В целом, при отсутствующей или изреженной, и в силу этого слабо выполняющей полевые защитные функции, сети лесных полос урожайность зерновых культур может снижаться на 15–20%. При этом зона защитного действия лесной полосы, сохранность которой составляет менее 65%, не превышает 150 м, а при сохранности лесной полосы на 65% и более защитное действие распространяется на расстояние 200–250 метров и более (Силова, 2021). Учитывая, что при отсутствии или слабом проявлении дефляции основные полевые защитные лесные полосы размещают через 400–500 м поперек направлений преобладающих ветров, можно сделать вывод, что хорошо сохранившаяся лесная полоса распространяет свое влияние на территорию всего поля. Поредевшая лесная полоса перестает выполнять свои защитные функции, тем самым снижая плодородие почв на полях, которые она должна была защищать. В то же время, лесополоса, заросшая кустарником, визуальна на снимке видна как цельная лесная полоса, но на деле из-за уменьшения высоты у такой лесополосы снижаются и защитные функции, что в свою очередь ведет к снижению урожайности на близлежащих полях. Поэтому важно учитывать этот показатель при агроэкологической оценке почв степной и сухостепной зоны путем введения дополнительного коэффициента на состояние полевых защитных и противоэрозионных лесных насаждений.

Нами было предложено учитывать способность лесополос оптимизировать микроклимат путем введения корректирующего коэффициента при расчете нормативной урожайности зерновых культур (Сапожников и др., 2012). Расчет площадей лесных полос вели по границам хозяйств бывшего СССР, за эталонные значения принимали площадь лесных полос, указанную в отчетах крупномасштабного почвенного обследования ЮжНИИГИПРОЗЕМА, поскольку за состоянием лесополос до распада Советского Союза осуществлялся строгий надзор. Динамику площадей лесополос по архивным материалам можно оценить по очеркам разных туров обследования, а также сравнивая их с

актуальными данными, полученными с применением геоинформационных технологий. Следует отметить, что динамика площадей лесных полос в некоторых пределах считается нормой. Например, на территории совхоза «Задонский» Азовского района в 1971 году площадь лесных полос составляла 255 га, а в 1992 году – 245. Следовательно, за 20 лет произошло снижение на 4%. Для колхоза им. Дзержинского в 1971 году площадь лесных полос составляла 332 га, а в 1992 году – уже 355 (рост на 6%). Средняя арифметическая по этим изменениям составляет 5%. Таким образом, можно считать изменения площадей лесных полос на 5% допустимыми с присвоением коэффициента 1 (не приводящими к присвоению хозяйству понижающего коэффициента). Изменения, превышающие допустимые 5%, но не превышающие 35%, когда площадь лесных полос снижается, но их защитная функция уменьшается не критически (защитная функция распространяется при этом на 200–250 метров), то выставляется коэффициент 0,8. Изменения, превышающие 35% в сторону снижения площади лесных полос существенно влияют на состояние полей. Зона, на которую распространяется защитное действие таких лесных полос, сужается до 150 метров и менее. Таким хозяйствам предлагаем присваивать понижающий коэффициент 0,5.

В качестве примера в таблице представлен результат расчета двумя методами поправочного коэффициента на состояние лесных полос для 3-х хозяйств Ростовской области: колхоза «Красный партизан» Ремонтненского района, колхоза «Имени Калинина» Усть-Донецкого района и совхоза «Имени Ленина» Неклиновского района.

Таблица. Динамика изменения площадей лесных полос по архивным данным отчетов крупномасштабных почвенных обследований ЮжНИИГИПРОЗЕМ и по результатам оцифровки лесных полос

Хозяйство	Архивные данные (1985–1992 гг.)	По космическому снимку (2017–2022 гг.)			По слою NDVI (2017–2022 гг.)			Значение коэффициента
		га	Разница с архивными данными		га	Разница с архивными данными		
	га		%	га		%		
Красный партизан	551	163,6	387,4	70,3	205,3	345,7	62,8	0,5

(данные Жумбея,2023)								
им. Калинина	312	207,4	104,6	33,5	219,7	92,3	29,5	0,8
им. Ленина	144	148,3	4,3	2,9	151,2	7,2	5	1

Заключение. Для условий Ростовской области при расчете нормативной урожайности зерновых культур предложено ввести коэффициент, оценивающий состояние лесных полос, поскольку в степной и сухостепной зонах они являются необходимыми для создания микроклимата с целью поддержания оптимальных условий возделывания сельскохозяйственных культур и противодействия эрозионным процессам. Если площадь лесных полос уменьшилась (в результате выпадения) или увеличилась (в результате зарастания кустарником) менее, чем на 35%, т. е. сохранность лесополосы составляет более 65% по сравнению с 80-90-и годами прошлого столетия, то присваивался понижающий коэффициент 0,8. Если изменения в площади составляют более 35%, т. е. лесополоса сохранилась менее чем на 65%, то присваивается коэффициент 0,5. В случае, если площадь лесных полос существенно не изменялась используется нивелирующий коэффициент 1.

Литература

1. Адров С.В., Куликова Н.А., Габидуллина А.Е. Влияние полезащитной полосы на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях степной зоны // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, 2011. №2 (22). – С. 1–5.
2. Безуглова О. С., Голозубов О.М., Литвинов Ю.А. Опыт диагностики процессов опустынивания с использованием данных дистанционного зондирования состояния лесных полос в Ростовской области// Современные проблемы науки и образования, 2015. №4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21036> (Дата обращения: 05.07.2023)
3. Большая советская энциклопедия. 3 издание. Т.9, ч. 2. <http://bse.uaio.ru/BSE/0902.htm#b8> (Дата обращения: 05.07.2023).

4. Войцеховский М. Б. Государственная лесополоса. К 60-летию сталинского плана преобразования природы // Независимая газета. Наука. 2008. 26 ноября. URL: http://www.ng.ru/science/2008-11-26/14_forests.html. (Дата обращения: 05.07.2023).
5. ГОСТ 17.5.3.02-90. Нормы выделения на землях государственного лесного фонда защитных полос лесов вдоль железных и автомобильных дорог. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200086> (Дата обращения: 05.07.2023).
6. Давлетшин Р.Р., Дмитриева А.В. Влияние лесомелиоративных насаждений на урожайность сельскохозяйственных культур // Российский электронный научный журнал / Russian electronic scientific journal, 2019, №4(34). DOI: 10.31563/2308-9644-2019-34-4-166-173 (Дата обращения: 05.07.2023).
7. Жумбей А.И. Диагностика процессов опустынивания в Ростовской области с использованием геоинформационных систем. Автореферат диссертации ... канд. биологических наук. Ростов-на-Дону, 2023. 24 с.
8. Ишутин Я.Н. Почвомелиоративная роль защитных лесонасаждений на юге Западной Сибири. Дисс. ... доктора с.-х. наук. Барнаул, 2006. – 331 с.
9. Карузин Б. В. Лесные полосы и урожай в Заволжье. Куйбышев : Кн. изд-во, 1954. – 108 с.
10. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Манаенков А.С., Кулик А.К. Обоснование прогноза развития защитного лесоразведения в Волгоградской области // Проблемы прогнозирования, 2017. №6 (165). – С. 93–100.
11. Новиков Ю. В. Экология, окружающая среда и человек: Учеб. пособие для вузов, средних школ и колледжей. 3-е изд., испр. и доп. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2005. – 328 с.
12. Павловский Е.С. Экологические и социальные проблемы агролесомелиорации. М.: Агропромиздат, 1988. –181 с.
13. Приказ № 445 от 20 сентября 2010 г. об утверждении методических указаний по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. Министерство экономического развития Российской Федерации. <https://docs.cntd.ru/document/902236678> (Дата обращения: 15.08.2023).
14. Сапожников П.М., Носов С.И., Бондарев Б.Е., Оглезнев А.К., Гладков А.А., Сафонов Ю.В., Давыдов В.А., Садыков И.А., Полехина Т.М., Плеханова Е.А., Ковалев Д.В., Гинзбург М.Е., Беляев А.А., Светлаков В.И., Легонцев А.В.,

- Филимошин А.Р. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации / Под общей редакцией Сапожникова П.М., Носова С.И. М.: ООО «НИПКЦ ВОСХОД-А», 2012. – 160 с.
15. Сельскохозяйственная энциклопедия. Т. 2 (Ж - К)/ Ред. коллегия: П. П. Лобанов (глав ред.) [и др.]. Издание третье, переработанное. М., Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1951. – 624 с.
16. Сергеева И. С. Агроэкологический потенциал и противодефляционная эффективность лесных полос на пашнях сухой степи в новых условиях землепользования. Автореферат диссертации ... канд. с.-х. наук. Волгоград, 2009. – 23 с.
17. Силова В.А. Влияние лесомелиоративного обустройства на продуктивность сельскохозяйственных угодий в условиях сухостепной зоны // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2021. Т.11, №2. – С. 68–81.
18. Тимерьянов А.Ш., Андрианов П.Д., Коновалов В.Ф., Габдалахимов К.М. Воздействие лесных полос на свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в республике Башкортостан //Достижения науки и техники АПК, 2009. №4. С.16-17.

References

1. Adrov S.V., Kulikova N.A., Gabidullina A.E. Influence of the shelterbelt on the productivity of agricultural crops in the conditions of the steppe zone // News of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex, 2011. No. 2 (22). pp. 1–5.
2. Agricultural Encyclopedia. Т. 2 (F - K) / Ed. collegium: P. P. Lobanov (editor-in-chief) [and others]. Third edition, revised. М., State publishing house of agricultural literature, 1951. – 624 p.
3. Bezuglova O.S., Golozubov O.M., Litvinov Yu.A. Experience in diagnosing desertification processes using remote sensing data on the state of forest belts in the Rostov region // Modern problems of science and education, 2015. No. 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21036> (Date of access: 07/05/2023)

4. Davletshin R.R., Dmitrieva A.V. Influence of forest reclamation plantations on crop yields // Russian electronic scientific journal / Russian electronic scientific journal, 2019, No. 4(34). DOI: 10.31563/2308-9644-2019-34-4-166-173 (Date of access: 07/05/2023).
5. GOST 17.5.3.02-90. Norms for allocating protective belts of forests along railways and highways on the lands of the state forest fund. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200086> (Date of access: 07/05/2023).
6. Great Soviet encyclopedia. 3rd edition. V.9, part 2. <http://bse.uaio.ru/BSE/0902.htm#b8> (Date of access: 07/05/2023).
7. Ishutin Ya.N. Soil ameliorative role of protective forest plantations in the south of Western Siberia. Diss. ... Dr. S.-x. Sciences. Barnaul, 2006. – 331 p.
8. Karuzin B. V. Forest belts and harvest in the Trans-Volga region. Kuibyshev: Prince. publishing house, 1954. – 108 p.
9. Kulik K.N., Barabanov A.T., Manaenkov A.S., Kulik A.K. Justification of the forecast for the development of protective afforestation in the Volgograd region // Problems of forecasting, 2017. No. 6 (165) P. 93–100.
10. Novikov Yu. V. Ecology, environment, and man: Proc. manual for high schools, secondary schools, and colleges. - 3rd ed., Rev. and additional / Yu. V. Novikov. M.: FAIR-PRESS, 2005. – 328 p.
11. Order No. 445 of September 20, 2010, on the approval of guidelines for the state cadastral valuation of agricultural land. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. <https://docs.cntd.ru/document/902236678> (Date of access: 08/15/2023).
12. Pavlovsky E.S. Ecological and social problems of agroforestry. M.: Agropromizdat, 1988. – 181 p.
13. Sapozhnikov P.M., Nosov S.I., Bondarev B.E., Ogleznev A.K., Gladkov A.A., Safonov Yu.V., Davydov V.A., Sadykov I.A., Polekhina T.M., Plekhanova E.A., Kovalev D.V., Ginzburg M.E., Belyaev A.A., Svetlakov V.I., Legontsev A.V., Filimoshin A.R. State cadastral assessment of agricultural lands of the Russian

Federation / Under the general editorship of Sapozhnikov P.M., Nosova S.I. – M.: LLC "NIPCC VOSHOD-A", 2012. – 160 p.

14. Sergeeva I. S. Agroecological potential and anti-deflation efficiency of forest belts on arable lands of the dry steppe in new land use conditions. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences. Volgograd, 2009. – 23 p.
15. Silova V. A. Influence of forest reclamation arrangement on the productivity of agricultural land in the conditions of the dry steppe zone // scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. 2021. V.11, No. 2, p. 68-81.
16. Timeryanov A.Sh., Andrianov P.D., Konovalov V.F., Gabdalakhimov K.M. The impact of forest belts on soil properties and crop yields in the Republic of Bashkortostan // Achievements of science and technology of the APK, 2009. No. 4. Pp.16–17.
17. Voitsekhovskiy M. B. State Forest belt. To the 60th anniversary of the Stalinist plan for the transformation of nature [Electronic resource] : Nezavisimaya gazeta. The science. 2008. November 26. URL: http://www.ng.ru/science/2008-11-26/14_forests.html. (Date of access: 07/05/2023).
18. Zhumbey A. I. Diagnostics of desertification processes in the Rostov region using geoinformation systems. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of biological sciences. Rostov-on-Don, 2023. – 24 p.