

УДК 630.26

**НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА ЛЕСНЫХ ПОЛОС, ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ И ВЛАГОНАКОПЛЕНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ**

Танюкевич Вадим Викторович  
к.с.-х.н., доцент  
*Новочеркасская государственная мелиоративная академия, Новочеркасск, Россия*

Публикуются результаты экспериментальных исследований, согласно которым влияние лесных полос плотной конструкции на ветровой режим и влагонакопление агроландшафтов определяется фитомассой насаждений

Ключевые слова: ЛЕСНАЯ ПОЛОСА, ФИТОМАССА, ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ, ВЛАГОНАКОПЛЕНИЕ, АГРОЛАНДШАФТ

UDC 630.26

**OVERGROUND PHYTOMASS OF FOREST BELTS, THEIR INFLUENCE ON WIND REGIMEN AND MOISTURE STORAGE OF AGROLANDSCAPES**

Tanyukevich Vadim Viktorovich  
Cand.Agr.Sci., assistant professor  
*Novocherkassk State Land Reclamation Academy, Novocherkassk, Russia*

The results of the experimental studies are published, according to which the influence of dense forest belts on wind regimen and moisture storage of agrolandscapes is defined by phytomass of the stand

Keywords: FOREST STRIP, BIOMASS, WIND REGIME, ACCUMULATION OF MOISTURE, AGROLANDSCAPES

*Состояние вопроса и актуальность исследований*

В современной науке мелиоративная роль лесных полос традиционно связывается с конструкцией насаждений (продуваемая, ажурная, плотная), которая в свою очередь определяется площадью просветов в продольном профиле насаждения. Конструкция определяет формирование оптимального микроклимата на межполосном поле и приводит к стабильному повышению урожайности сельскохозяйственных культур [1].

Однако, практическое применение «конструкционного» подхода вызывает ряд вопросов. Ключевой показатель, определяющий конструкцию лесных полос – площадь просветов в продольном профиле, является крайне динамичным и непостоянным и может меняться как в течение вегетации, так и ежеминутно, например – под действием сильных ветров, оказывающих механическое воздействие на насаждение. Именно это затрудняет точное определение конструкции лесополосы оптическим методом [2]. Нужно также учитывать, что «зелёная» часть насаждения, не идентифицируемая как просветы, также может обладать определённой ветропроницаемостью, в зависимости от плотности надземной фитомассы в единице объёма лесополосы.

Так же на спорность «конструкционного» подхода указывает доказанный факт variability урожая на межполосных полях при одинаковой конструкции мелиорирующих лесных полос и относительной однородности прочих условий [3]. Кроме того, как показала инвентаризация лесонасаждений на землях сельхозназначения в Ростовской области (2006), в которой автор принимал непосредственное участие, по причине отсутствия системных уходов большая часть лесополос стихийно разрослась. Это привело, почти повсеместно, к формированию плотных по конструкции насаждений, характеризующихся при этом различной продуктивностью [4].

Согласно ранее опубликованному автором теоретическому подходу мелиоративное влияние лесных полос на агроландшафты следует связывать не столько с конструкцией насаждений, сколько с их фитомассой, которая образуется в результате фотосинтеза. Нарращивание фитомассы, сопряжённое с аккумуляцией солнечной энергии, приводит к формированию лесной полосы, как физического объекта с определённой плотностью органического вещества, что влияет на ветровой режим и влагонакопление на межполосном поле. В более фундаментальном плане данное мелиоративное влияние может быть объяснено интерпретацией второго начала термодинамики [4,5]. Таким образом, при визуально идентичной конструкции насаждения могут обладать разной ветро- и снегопроницаемостью.

Очевидно, что экспериментальное доказательство данной теории должно базироваться на детальном исследовании фитомассы лесных полос. В этой связи следует отметить работы М.И. Долгилевича и соавторов [6], Л.А. Князевой [7], В.П. Попова [8]. Анализ состояния вопроса позволяет констатировать, что влияние лесных полос на ветровой режим и влагонакопление на полях в связи с их фитомассой практически не исследовано. Так, в выше отмеченной работе М.И. Долгилевич [6] пишет: «... Сопоставление ажурности и данных по распределению биомассы деревьев на  $1 \text{ м}^2$  вертикального профиля позволя-

ет предположить, что последняя определяет в какой-то степени ветрозащитные свойства лесных полос».

В «Энциклопедии агролесомелиорации» прямо указывается: «изучение фитомассы защитных лесонасаждений важно для оценки её запасов, а также побочной продуктивности (кормовой, пищевой, лекарственной и др.)» [9]. Тем самым показывается «несвязанность» мелиоративной роли лесных полос с их фитомассой. И.С. Мелехов указывает, что ранее в науке ставилось под сомнение применение самого термина «фитомасса» [10].

#### *Цель, объект, программа и методика исследований*

Выше отмеченное определило цель исследований – проведение полевых экспериментов, позволяющих установить особенности влияния лесных полос плотной конструкции но с различной фитомассой на ветровой режим и влагонакопление на межполосном поле.

Объекты исследований – полезащитные лесные полосы с визуально плотной конструкцией, расположенные в Ростовской области (площадь агролесомелиоративных насаждений в регионе оценивается в 240212 га [3]).

Программа исследований, которые проводились в 2011 – 2012 годах, включала в себя следующее: исследование фитомассы лесных полос плотной конструкции; изучение ветрового режима межполосного поля в зоне мелиоративного влияния лесных полос плотной конструкции с различной фитомассой; исследование влагонакопления на межполосном поле в зоне мелиоративного влияния лесных полос плотной конструкции с различной фитомассой.

При разработке первого вопроса, на основании материалов единовременной инвентаризации защитных лесонасаждений на землях сельскохозяйственного назначения Ростовской области (2006 г.), проведённой НПЦ «Кадастр» при непосредственном участии автора, отбирались модальные лесные полосы, визуально плотной конструкции, образованные основной древесной породой защитного лесоразведения в регионе – робинией ложноакациевой (*Robinia pseudoacacia* L.), чистые по составу (10Рб) и созданные по стандартной для су-

хостепной зоны технологии. Выборка лесополос проводилась с помощью ПК (Microsoft Office Excel 2003), с учётом лесомелиоративного районирования Ростовской области В.М. Ивонина и В.В. Танюкевича [3] (всего было проанализировано 116866 га насаждений, т.е. 71% от их общей площади в регионе исследований).

В выбранных модальных лесных полосах закладывались пробные площади тренировочного типа, при этом придерживались ОСТ 56-69-83. Плотность конструкции насаждений определялась в облиственном состоянии фотооптическим методом – площадь просветов в продольном профиле существенно не отличалась и составляла 13%-15%. На пробных площадях проводилась порядовая перечётная таксация деревьев, по результатам которой определялись средние высоты и диаметры, густота, запас, и состав насаждений. Собранные при полевых исследованиях данные обрабатывали общепринятыми в лесной таксации методами [11].

Исследования надземной фитомассы лесных полос проводились на пробных площадях. При этом отбор модельных деревьев, расположенных на линии условных поперечных профилей, пересекающих насаждения, проводился в каждом из рядов. Надземная фитомасса делилась на укрупнённые фракции: ствол с корой; ветви; древесная зелень (листья и побеги диаметром не более 8 мм); масса нижних ярусов (подрост и подлесок, произрастающий под пологом модельных деревьев) распределялась между выше указанными фракциями. Масса фракций определялась в свежесрубленном состоянии, на платформенных весах, с точностью до 100 г. После этого из древесных фракций делались спилы для определения содержания сухого вещества термовесомым методом по ГОСТ 16483.1-84, а также, ориентируясь на ГОСТ 21769-84, отбирались листья (древесная зелень) для последующей сушки и определения массы в сухом состоянии. Объём надземной части насаждения, оказывающей непосредственное влияние на ветровой режим и снегораспределение межполосного поля, рассчитывался как произведение средней высоты лесополосы, её

ширины с учётом разрастания и протяжённости. Также рассчитывалась плотность надземной фитомассы и количество аккумулированной солнечной энергии в ней из расчёта, что для образования 1 кг сухого вещества её необходимо 16,6 МДж [12].

При разработке второго программного вопроса исследования проводились на сельскохозяйственных полях, примыкающих к лесонасаждениям, в которых ранее исследовались особенности накопления и распределения фитомассы.

При исследовании влияния лесных полос с различной надземной фитомассой на ветровой режим примыкающего сельскохозяйственного поля изучение скоростей ветра проводилось на условных профилях, при помощи анемометров МС-13. Приборы устанавливались так, чтобы высота крыльчаток соответствовала 0,1 Н (Н – высота лесополосы). Перпендикулярно центральной части каждого лесонасаждения с различной фитомассой закладывалось 2 профиля, с расстоянием между ними 100 м. Агрофон – озимая пшеница или чистый пар. Исследования ветрового режима проводились при скорости ветра (пересекающем лесополосу под углом 90°), приблизительно равной многолетней величине в условиях конкретного района, при этом использовались опубликованные данные [13]. Замеры скоростей ветра проводились в июле-августе 2011-2012 гг. на контрольных точках, удалённых от лесополосы на расстояние, кратное 1Н, 2Н, 5Н, 10Н, 20Н, 30Н и 35Н (контроль). Полученные значения скорости переводились в кинетическую энергию ветра в ландшафтах (Дж на 1 м<sup>2</sup> поперечного сечения потока) по формуле:

$$E = 0,5 \cdot 1,225 \cdot V^3$$

(1)

где  $V^3$  – скорость ветра, м/с.

При исследовании влияния лесных полос с различной фитомассой на особенности влагонакопления на примыкающем к ним поле снегомерная съёмка проводилась на профилях в выше указанных контрольных точках, в январе-феврале 2011-2012 гг. Мощность снежного покрова определялась снегомерной рейкой, в пятикратной повторности, с точностью до 1 см. Плотность снега определялась при помощи плотномера-снегомера Любославского. В каждой опытной точке запас воды в снеге вычисляли по простой формуле:

$$H = 10\bar{h} \cdot \bar{\rho}, \quad (2)$$

где  $\bar{h}$  - средняя мощность снежного покрова на варианте, см;  $\bar{\rho}$  - средняя плотность снега на варианте, г/см<sup>3</sup>.

#### *Результаты исследований и их обсуждение*

Исследования фитомассы лесных полос проводились с учётом количества рядов в насаждении. Полученные результаты исследований приводятся в таблице 1. Таким образом, исследовались четырёх-, пяти- и восьмирядные лесные полосы плотной конструкции (соответственно, пробные площади 1-3, 4-6 и 7-9).

Пробные площади 1,6 и 7 заложены в молодняках, а прочие пробные площади – в средневозрастных насаждениях. Было установлено, что несмотря на визуально одинаковую (плотную) конструкцию исследуемые лесные полосы отличаются фактической густотой, которая изменяется в достаточно широких пределах: 1162 шт/га - 1924 шт/га.

Общая фитомасса лесной полосы определяется таксационными показателями насаждения (высотой и диаметром древостоя), его фактической густотой. Фитомасса молодняков варьирует в пределах 12,3 т/га – 38,7 т/га; фитомасса средневозрастных лесных полос колеблется в пределах от 18,7 т/га (в условиях аридного климата и каштановых почв Сальско-Маньчского лесомелиоративного района) до 118,5 т/га (в условиях обыкновенных мощных чернозёмов Приазовского лесомелиоративного района).

Таблица 1 – Результаты исследований надземной фитомассы робиниевых лесных полос плотной конструкции

| Параметры лесополосы   |           | Ряд лесополосы | Таксационные показатели лесной полосы |           |             |                   | Фитомасса, кг   |                |                  |                 |  | Аккумуляция энергии в надземной фитомассе, МДж/м <sup>3</sup> |
|--|-----------|----------------|---------------------------------------|-----------|-------------|-------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|--|---|
| длина 1 га, м  | ширина, м |                | h, м                                  | d, см     | N, шт       | W, м <sup>3</sup> | ствол           | ветви          | древесная зелень | общая           | плотность надземной фитомассы, кг/м <sup>3</sup> |   |
| 1  | 2         | 3              | 4                                     | 5         | 6           | 7                 | 8               | 9              | 10               | 11              | 12   | 13  |
| <i>Пробная площадь 1: Октябрьский район; хоз-во «Ленинградское»; возраст 15 лет; схема посадки 3x1,5 м</i> |           |                |                                       |           |             |                   |                 |                |                  |                 |  |   |
| 833  | 12        | 1              | 4                                     | 7         | 360         | 3,5               | 2774,2          | 342,5          | 308,2            | 3424,9          | 0,247  | 4,1   |
|  |           | 2              | 5                                     | 6         | 411         | 3,7               | 2908,7          | 315,4          | 280,4            | 3504,5          |  |   |
|  |           | 3              | 6                                     | 4         | 390         | 1,9               | 1472,0          | 181,7          | 163,6            | 1817,3          |  |   |
|  |           | 4              | 5                                     | 6         | 401         | 3,6               | 2837,9          | 431,1          | 323,3            | 3592,3          |  |   |
| <b>Всего</b>   |           | <b>4</b>       | <b>5</b>                              | <b>6</b>  | <b>1562</b> | <b>12,6</b>       | <b>9992,8</b>   | <b>1270,7</b>  | <b>1075,5</b>    | <b>12339,0</b>  |  |   |
| <i>Пробная площадь 2: Неклиновский район; хоз-во «Лиманное»; возраст 35 лет; схема посадки 3x1,5 м</i>     |           |                |                                       |           |             |                   |                 |                |                  |                 |  |   |
| 833  | 12        | 1              | 9                                     | 12        | 320         | 13,0              | 8985,3          | 1176,6         | 534,8            | 10696,7         | 0,422  | 7,0   |
|  |           | 2              | 10                                    | 11        | 390         | 14,8              | 10224,2         | 1045,7         | 348,6            | 11618,5         |  |   |
|  |           | 3              | 11                                    | 10        | 330         | 11,4              | 7864,8          | 914,5          | 365,8            | 9145,1          |  |   |
|  |           | 4              | 10                                    | 11        | 330         | 12,5              | 8651,2          | 1174,9         | 854,4            | 10680,5         |  |   |
| <b>Всего</b>   |           | <b>4</b>       | <b>10</b>                             | <b>11</b> | <b>1370</b> | <b>51,8</b>       | <b>35725,5</b>  | <b>4311,7</b>  | <b>2103,6</b>    | <b>42140,8</b>  |  |   |
| <i>Пробная площадь 3: Зерноградский район; хоз-во «Победа»; возраст 40 лет; схема посадки 3x1,5 м</i>      |           |                |                                       |           |             |                   |                 |                |                  |                 |  |   |
| 833  | 14        | 1              | 15                                    | 16        | 500         | 45,2              | 31651,2         | 3659,1         | 1280,7           | 36591,0         | 0,667  | 11,1  |
|  |           | 2              | 15                                    | 12        | 505         | 25,7              | 17981,8         | 1839,1         | 613,0            | 20433,9         |  |   |
|  |           | 3              | 16                                    | 13        | 515         | 32,8              | 22956,4         | 2321,4         | 515,9            | 25793,7         |  |   |
|  |           | 4              | 15                                    | 17        | 425         | 43,4              | 30371,6         | 4287,7         | 1071,9           | 35731,2         |  |   |
| <b>Всего</b>   |           | <b>4</b>       | <b>15</b>                             | <b>15</b> | <b>1945</b> | <b>147,1</b>      | <b>102961,0</b> | <b>12107,3</b> | <b>3481,5</b>    | <b>118549,8</b> |  |   |

Продолжение таблицы 1

| 1   | 2  | 3        | 4         | 5         | 6           | 7           | 8              | 9             | 10            | 11             | 12    | 13  |
|---|----|----------|-----------|-----------|-------------|-------------|----------------|---------------|---------------|----------------|-------|-----|
| <i>Пробная площадь 4: Ремонтненский район; хоз-во «Красный партизан»; возраст 35 лет; схема посадки 4x1,5 м</i> |    |          |           |           |             |             |                |               |               |                |       |     |
| 500   | 23 | 1        | 6         | 9         | 230         | 4,1         | 3175,6         | 467,6         | 253,3         | 3896,5         | 0,246 | 4,1 |
|   |    | 2        | 7         | 8         | 233         | 3,9         | 2965,5         | 410,9         | 196,5         | 3572,9         |       |     |
|   |    | 3        | 7         | 7         | 222         | 2,8         | 2163,2         | 283,3         | 128,8         | 2575,3         |       |     |
|   |    | 4        | 7         | 8         | 250         | 4,1         | 3181,8         | 378,8         | 227,3         | 3787,9         |       |     |
|   |    | 5        | 6         | 10        | 227         | 5,0         | 3869,3         | 677,1         | 290,2         | 4836,6         |       |     |
| <b>Всего</b>  |    | <b>5</b> | <b>7</b>  | <b>8</b>  | <b>1162</b> | <b>19,9</b> | <b>15355,4</b> | <b>2217,7</b> | <b>1096,1</b> | <b>18669,2</b> |       |     |
| <i>Пробная площадь 5: Багаевский район; хоз-во «Семеновод»; возраст 35 лет; схема посадки 3x1,5 м</i>           |    |          |           |           |             |             |                |               |               |                |       |     |
| 667   | 20 | 1        | 10        | 14        | 379         | 19,2        | 14624,9        | 2153,4        | 1166,4        | 17944,7        | 0,530 | 8,8 |
|   |    | 2        | 11        | 11        | 388         | 13,4        | 10167,3        | 1478,9        | 677,8         | 12324,0        |       |     |
|   |    | 3        | 11        | 12        | 390         | 16,0        | 12162,3        | 1592,7        | 723,9         | 14478,9        |       |     |
|   |    | 4        | 11        | 12        | 386         | 15,8        | 12037,6        | 1750,9        | 802,5         | 14591,0        |       |     |
|   |    | 5        | 10        | 13        | 381         | 16,7        | 12676,8        | 2034,5        | 939,0         | 15650,3        |       |     |
| <b>Всего</b>  |    | <b>5</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>1924</b> | <b>81,1</b> | <b>61668,9</b> | <b>9010,4</b> | <b>4309,6</b> | <b>74988,9</b> |       |     |
| <i>Пробная площадь 6: Сальский район; хоз-во «Русь»; возраст 20 лет; схема посадки 3x1,5 м</i>                  |    |          |           |           |             |             |                |               |               |                |       |     |
| 667   | 15 | 1        | 8         | 9         | 300         | 6,9         | 5425,1         | 860,1         | 330,8         | 6616,0         | 0,439 | 7,3 |
|   |    | 2        | 8         | 8         | 444         | 8,0         | 6344,0         | 821,0         | 298,5         | 7463,5         |       |     |
|   |    | 3        | 10        | 8         | 445         | 10,1        | 7947,8         | 913,5         | 274,1         | 9135,4         |       |     |
|   |    | 4        | 9         | 8         | 400         | 8,1         | 6429,7         | 929,6         | 387,3         | 7746,6         |       |     |
|   |    | 5        | 9         | 9         | 311         | 8,0         | 6327,0         | 925,9         | 463,0         | 7715,9         |       |     |
| <b>Всего</b>  |    | <b>5</b> | <b>9</b>  | <b>8</b>  | <b>1900</b> | <b>41,1</b> | <b>32473,6</b> | <b>4450,1</b> | <b>1753,7</b> | <b>38677,4</b> |       |     |
| <i>Пробная площадь 7: Сальский район; хоз-во «Русь»; возраст 15 лет; схема посадки 3x1,5 м</i>                  |    |          |           |           |             |             |                |               |               |                |       |     |
| 370   | 27 | 1        | 6         | 10        | 222         | 4,6         | 3496,6         | 508,6         | 233,1         | 4238,3         | 0,305 | 5,1 |
|   |    | 2        | 7         | 7         | 212         | 2,5         | 1908,8         | 247,0         | 89,8          | 2245,6         |       |     |
|   |    | 3        | 7         | 7         | 200         | 2,4         | 1800,8         | 209,4         | 83,8          | 2094,0         |       |     |
|   |    | 4        | 8         | 6         | 244         | 2,4         | 1844,7         | 212,0         | 63,6          | 2120,3         |       |     |

Продолжение таблицы 1

| 1   | 2  | 3        | 4         | 5         | 6           | 7           | 8              | 9             | 10            | 11             | 12    | 13  |
|---|----|----------|-----------|-----------|-------------|-------------|----------------|---------------|---------------|----------------|-------|-----|
| 370   | 27 | 5        | 7         | 7         | 255         | 3,0         | 2296,0         | 297,1         | 108,0         | 2701,1         | 0,305 | 5,1 |
|   |    | 6        | 7         | 6         | 236         | 2,1         | 1561,2         | 183,0         | 86,0          | 1830,2         |       |     |
|   |    | 7        | 7         | 7         | 212         | 2,5         | 1908,8         | 250,0         | 113,6         | 2272,4         |       |     |
|   |    | 8        | 6         | 9         | 217         | 3,6         | 2768,4         | 449,9         | 242,2         | 3460,5         |       |     |
| <b>Всего</b>  |    | <b>8</b> | <b>7</b>  | <b>7</b>  | <b>1798</b> | <b>23,1</b> | <b>17585,3</b> | <b>2357,0</b> | <b>1020,1</b> | <b>20962,4</b> |       |     |
| <i>Пробная площадь 8; Неклиновский район; хоз-во «Надежда»; возраст 40 лет; схема посадки 3x1,5 м</i> |    |          |           |           |             |             |                |               |               |                |       |     |
| 417   | 24 | 1        | 10        | 15        | 148         | 10,5        | 7633,0         | 1319,3        | 471,2         | 9423,5         | 0,560 | 9,3 |
|   |    | 2        | 12        | 13        | 170         | 10,8        | 7902,6         | 918,9         | 367,6         | 9189,1         |       |     |
|   |    | 3        | 12        | 11        | 190         | 8,7         | 6323,7         | 735,3         | 294,1         | 7353,1         |       |     |
|   |    | 4        | 12        | 11        | 220         | 10,0        | 7322,2         | 744,6         | 206,8         | 8273,6         |       |     |
|   |    | 5        | 13        | 11        | 179         | 8,8         | 6454,1         | 575,6         | 165,5         | 7195,2         |       |     |
|   |    | 6        | 11        | 12        | 200         | 9,9         | 7261,7         | 837,6         | 276,4         | 8375,7         |       |     |
|   |    | 7        | 12        | 10        | 220         | 8,3         | 6051,4         | 711,9         | 356,0         | 7119,3         |       |     |
|   |    | 8        | 10        | 13        | 162         | 8,6         | 6275,6         | 907,3         | 378,0         | 7560,9         |       |     |
| <b>Всего</b>  |    | <b>8</b> | <b>12</b> | <b>12</b> | <b>1489</b> | <b>75,6</b> | <b>55224,3</b> | <b>6750,5</b> | <b>2515,6</b> | <b>64490,4</b> |       |     |
| <i>Пробная площадь 9; Неклиновский район; хоз-во «Надежда»; возраст 35 лет; схема посадки 3x1,5 м</i> |    |          |           |           |             |             |                |               |               |                |       |     |
| 417   | 24 | 1        | 10        | 14        | 157         | 9,7         | 6956,9         | 1187,8        | 339,4         | 8484,1         | 0,441 | 7,3 |
|   |    | 2        | 11        | 12        | 161         | 8,0         | 5765,6         | 666,5         | 233,3         | 6665,4         |       |     |
|   |    | 3        | 11        | 12        | 165         | 8,2         | 5908,8         | 606,4         | 222,3         | 6737,5         |       |     |
|   |    | 4        | 12        | 10        | 164         | 6,2         | 4449,3         | 455,0         | 151,7         | 5056,0         |       |     |
|   |    | 5        | 12        | 10        | 160         | 6,0         | 4340,7         | 392,8         | 176,8         | 4910,3         |       |     |
|   |    | 6        | 11        | 10        | 167         | 5,8         | 4153,1         | 428,2         | 176,0         | 4757,3         |       |     |
|   |    | 7        | 11        | 11        | 165         | 6,9         | 4965,1         | 646,3         | 264,4         | 5875,8         |       |     |
|   |    | 8        | 10        | 12        | 155         | 7,0         | 5046,1         | 792,3         | 242,0         | 6080,4         |       |     |
| <b>Всего</b>  |    | <b>8</b> | <b>11</b> | <b>11</b> | <b>1294</b> | <b>57,8</b> | <b>41585,6</b> | <b>5175,3</b> | <b>1805,9</b> | <b>48566,8</b> |       |     |

Таксационные показатели деревьев в рядах указывают на выраженный опушечный эффект: растения крайних рядов имеют больший диаметр, но меньшую высоту, чем деревья центральных рядов (это согласуется с данными Е.С. Павловского [14]). Этот эффект прослеживается и в отношении распределения фитомассы: вне зависимости от возраста лесной полосы доля в общей массе фракций ветвей и древесной зелени возрастает в опушечных рядах и снижается в центральных рядах. Таким образом, увеличение среднего диаметра стволов породы сопровождается увеличением массы древесной зелени, что согласуется с общими закономерностями в распределении фитомассы, установленными В.А. Усольцевым [15]. Молодняки характеризуются высоким процентом фитомассы, приходящимся на фракцию древесной зелени – до 8,7% и относительно низкой долей стволовой фракции в общей массе – до 81%. Средневозрастные насаждения характеризуются следующим примерным распределением фитомассы по основным фракциям: ствол 82,2%-86,9%; ветви 10,2%-12,0%; древесная зелень 2,9%-5,9%.

Объём надземной части насаждения определяется его высотой, протяжённостью одного гектара и шириной. Последний показатель может отличаться от «проектного» за счёт разрастания лесополос по ширине на 2-5 м (пробные площади 3-5, 7). Плотность надземной фитомассы варьирует также в широких пределах, но в целом прослеживается тенденция к увеличению данного показателя с возрастом насаждений. Так, у молодняков он составляет от 0,247 кг/м<sup>3</sup> до 0,439 кг/м<sup>3</sup>; у средневозрастных лесных полос данный показатель может достигать 0,667 кг/м<sup>3</sup>. Соответственно, изменяется и количество аккумулированной в фитомассе солнечной энергии – от 4,1 МДж/м<sup>3</sup> до 11,1 МДж/м<sup>3</sup>.

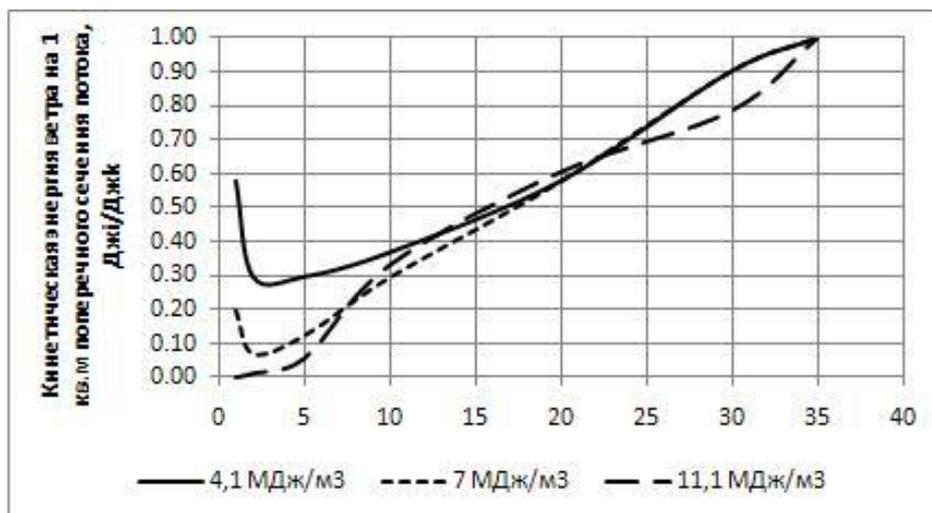
Исследования влияния плотных лесных полос с различной фитомассой на ветровой режим и влагонакопление проводились при значении климатических показателей, приближённым к многолетним и описанным в справочной литературе [13] (таблица 2).

Таблица 2 – Средние значения кинетической энергии ветра и запасов воды в снежном покрове агроландшафтов (за период 2011-2012 гг.)

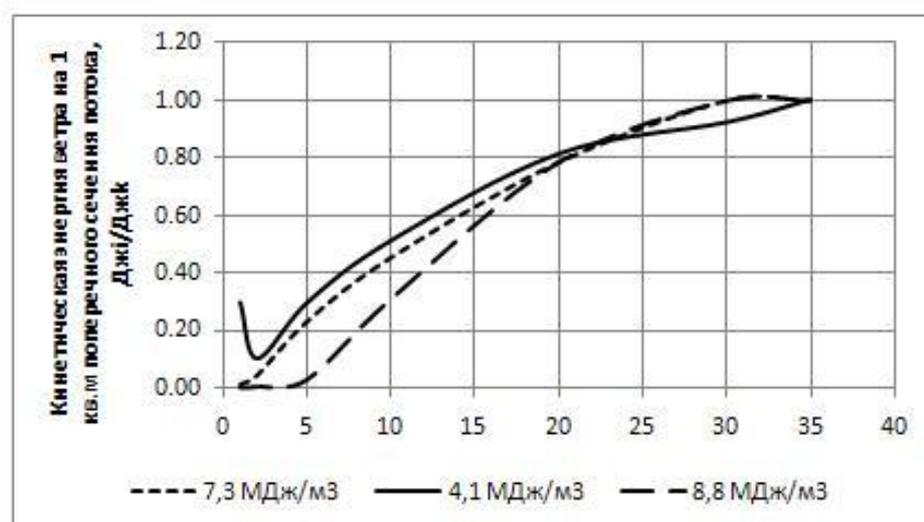
| № пробной площади | Средние значения на расстоянии, кратном 35Н (контроль)                        |                                  |
|-------------------|---|----------------------------------|
|                   | кинетическая энергия ветра на 1 м <sup>2</sup> поперечного сечения потока, Дж | запас воды в снежном покрове, мм |
| 1                 | 132,3   | 37                               |
| 2                 | 132,3   | 31                               |
| 3                 | 168,2   | 28                               |
| 4                 | 258,4   | 22                               |
| 5                 | 168,2   | 24                               |
| 6                 | 168,2   | 29                               |
| 7                 | 258,4   | 27                               |
| 8                 | 168,2   | 35                               |
| 9                 | 210,1   | 31                               |

На рисунке 1 показано влияние лесных полос с различной концентрацией солнечной энергии в единице объёма надземной фитомассы на кинетическую энергию ветрового потока в поле (в % относительно контроля). Как видно из представленных данных, четырёхрядные лесные полосы плотной конструкции с различной концентрацией энергии в фитомассе (а) оказывают существенное влияние на кинетическую энергию ветра на удалении от насаждений, кратном 10Н. Так, при концентрации солнечной энергии в надземной фитомассе равной 4,1 МДж/м<sup>3</sup> кинетическая энергия ветра в точке 1Н, относительно контроля (35Н), составляет около 60%; на удалении 2Н энергия ветра существенно падает (28%) и далее начинает постепенно возрастать – в точке 10Н кинетическая энергия ветра достигает 37% от контроля. Эта особенность может быть объяснена взаимодействием ветровых струй, пронизывающих и, частично, переваливающих, через насаждение, что характерно для лесополос ажурной конструкции. Эта особенность прослеживается, хотя и в меньшей степени, у четырёхрядных робиниевых насаждений с количеством аккумулированной в надземной фитомассе энергии 7 МДж/м<sup>3</sup>. И только при достижении плотности надземной фитомассы 0,667 кг/м<sup>3</sup> (что соответствует энергии 11,1 МДж/м<sup>3</sup>) проявляется влияние, характерное для лесных полос плотной конструкции – у опушки насаждения энергия ветра, практически, равна нулю, затем она плавно растёт.

а



б



в

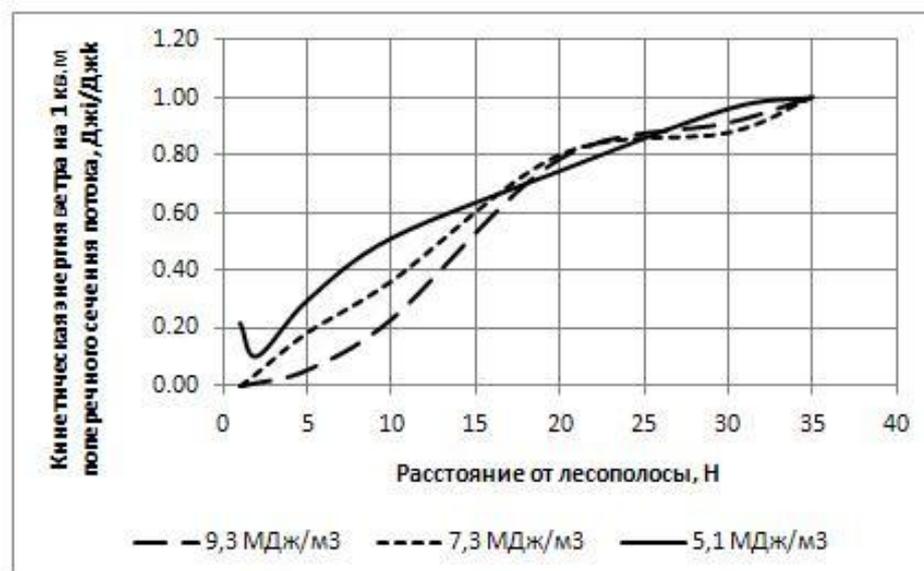


Рисунок 1 – Влияние лесных полос с различной энергией, аккумулированной в фитомассе, на кинетическую энергию ветра в поле (а – четырёхрядные, б – пятирядные, в – восьмирядные насаждения плотной конструкции)

Пятирядные робиниевые лесополосы (б) характеризуются влиянием на кинетическую энергию ветрового потока, свойственным ажурным насаждениям также при величине аккумулированной в надземной фитомассе энергии, равной  $4,1 \text{ МДж/м}^3$ . Хотя данный «ажурный» эффект здесь выражен в меньшей степени – сразу за данной лесополосой энергия ветра снижается более существенно, чем за четырёхрядной и составляет около 30% от значения на контроле. Вероятно, это объясняется шириной насаждения. Лесополосы с таким же количеством рядов, но с величиной аккумулированной солнечной энергии  $8,8 \text{ МДж/м}^3$  и  $7,3 \text{ МДж/м}^3$  (что соответствует плотности надземной фитомассы  $0,530 \text{ кг/м}^3$  и  $0,439 \text{ кг/м}^3$ ) резко снижают энергию ветра на расстоянии 1-2Н по мере возрастания фитомассы. Следует также отметить, что кривые графика (б) пересекаются в точке «20Н», что соответствует дальности мелиоративного влияния насаждений плотной конструкции [3].

Плотные восьмирядные насаждения (график «в») при энергетическом эквиваленте фитомассы  $5,1 \text{ МДж/м}^3$ , снижают энергию ветра на расстоянии 1-2Н не более чем до 20% от значений на контроле. Только при аккумуляции в фитомассе энергии, равной  $7,3 \text{ МДж/м}^3$ - $9,3 \text{ МДж/м}^3$  (что соответствует объёмной фитомассе  $0,441 \text{ кг/м}^3$ - $0,560 \text{ кг/м}^3$ ) в полной мере проявляется мелиоративный эффект лесных полос плотной конструкции – за насаждениями кинетическая энергия ветра снижается практически до нуля, а затем начинает резко возрастать. Это объясняется тем, что энергии ветра недостаточно для пронизывания насаждений с указанной объёмной фитомассой и ветровой поток переваливает через лесополосу. Также нужно отметить, что кривые графика (в) пересекаются в точке «15Н», что соответствует дальности мелиоративного влияния насаждений плотной конструкции [3].

На рисунке 2 показаны результаты исследований влияния лесных полос плотной конструкции с различной фитомассой на запасы воды в снежном покрове в поле. Общая протяжённость мелиоративной зоны насаждений составила 15-20 Н, однако наиболее выраженный эффект от лесных полос

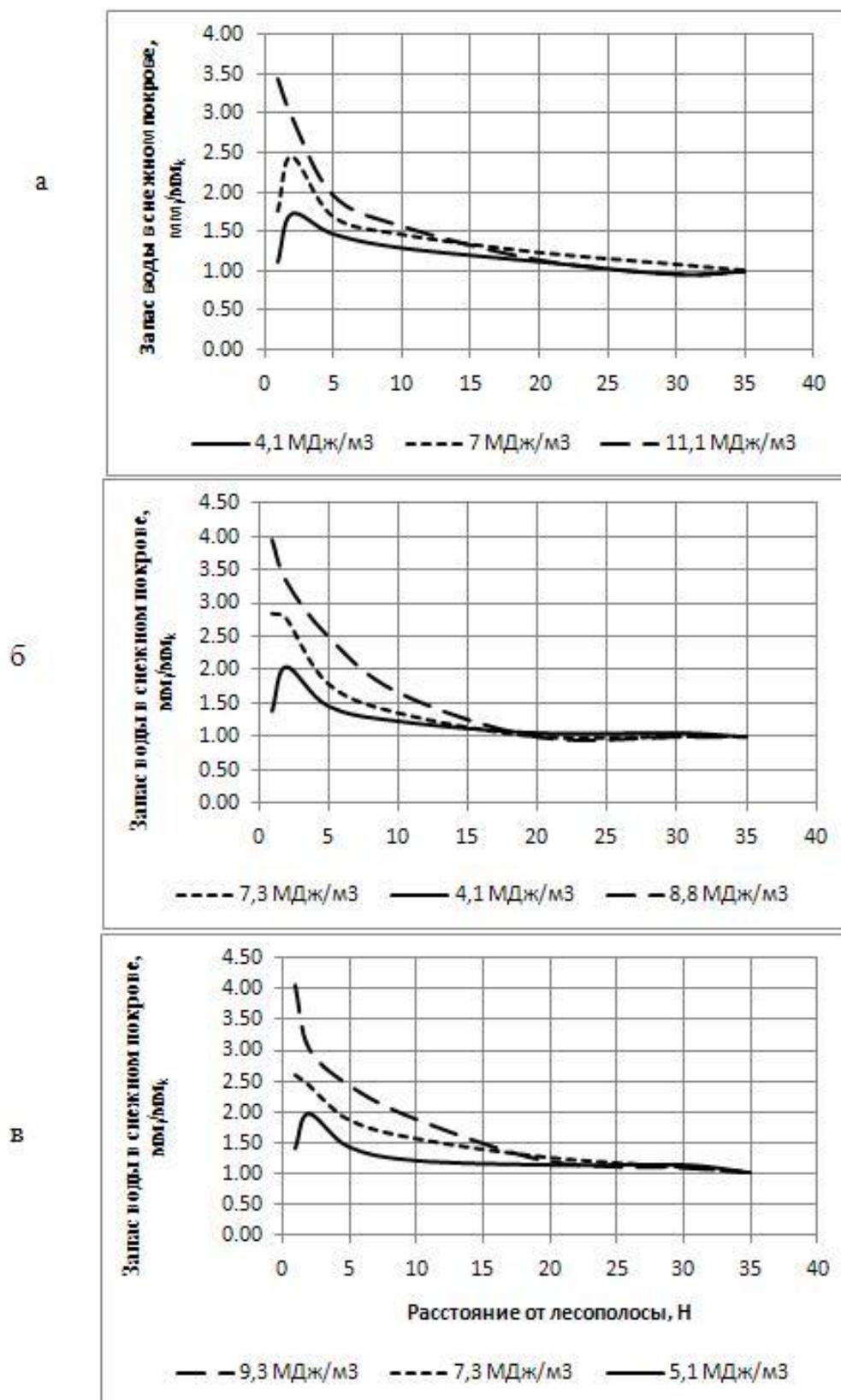


Рисунок 2 – Влияние лесных полос с различной энергией, аккумулированной в фитомассе, на запасы воды в снежном покрове в поле (а – четырёхрядные, б – пятирядные, в – восьмирядные насаждения плотной конструкции)

прослеживается на расстоянии до 5Н. Мелиоративное влияние насаждений в этой зоне проявляется по принципу: чем выше надземная фитомасса и концентрация энергии в ней, тем больше проявляется влагонакопление в непосредственной близости от лесных полос. Так, четырёхрядные насаждения (а) при энергии надземной фитомассы  $11,1 \text{ МДж/м}^3$  у своей заветренной опушки накапливают снеговой влаги в 3,5 раза больше, чем отмечается на контроле, при энергии в фитомассе  $7 \text{ МДж/м}^3$  до 2,5 раз, а при значении  $4,1 \text{ МДж/м}^3$  – до 180% от контроля. Причём в двух последних случаях наибольшее влагонакопление отмечается на некотором удалении от насаждений (до 2Н), что свойственно скорее лесным полосам ажурной конструкции, чем плотной.

В непосредственной близости от пятирядных лесных полос (1Н) накопление снеговой влаги, по отношению к контролю, может достигать 400% - 200%, при соответствующих значениях аккумулированной в надземной фитомассе энергии  $8,8 \text{ МДж/м}^3$  -  $4,1 \text{ МДж/м}^3$ . В последнем случае максимальное влагонакопление отмечается на большем удалении от насаждения (2Н), что объясняется ветропроницаемостью надземной фитомассы.

Восьмирядные лесные полосы (график «в») также обеспечивают наибольшее влагонакопление в непосредственной близости от себя (1Н) по мере увеличения фитомассы и энергии в ней: при аккумуляции в фитомассе  $9,3 \text{ МДж/м}^3$  влаги в точке 1Н накапливается в 4 раза больше, чем на контроле; при энергии фитомассы  $7,3 \text{ МДж/м}^3$  – более чем в 2,5 раза. Максимальное влагонакопление у лесных полос с аккумулированной в надземной фитомассе энергией  $5,1 \text{ МДж/м}^3$  отмечается на большем расстоянии - около 2Н (в 2 раза по сравнению с контролем). Данная особенность влагонакопления характерна, как правило, для лесных полос не плотной, а ажурной конструкции.

#### *Выводы*

1. Робиниевые лесные полосы плотной конструкции, преобладающие в регионе исследований, имеют существенно варьирующую надземную фитомассу, величина которой зависит от условий местопроизрастания, возрас-

та и фактической густоты насаждений. Фитомасса молодняков может составлять от 38,7 т/га до 21 т/га, средневозрастных насаждений достигает 118,5 т/га. Молодняки характеризуются высоким процентом фитомассы, приходящимся на фракцию древесной зелени – до 8,7% и относительно низкой долей стволовой массы – до 81%. Средневозрастные насаждения характеризуются следующим примерным распределением фитомассы по основным фракциям: ствол 82,2%-86,9%; ветви 10,2%-12,0%; древесная зелень 2,9%-5,9%.

2. Объёмная фитомасса насаждений у молодняков не превышает 0,439 кг/м<sup>3</sup>, у средневозрастных лесных полос она достигает 0,667 кг/м<sup>3</sup>. Данная фитомасса формируется за счёт аккумуляции солнечной энергии от 4,1 МДж/м<sup>3</sup> (молодняки) до 11,1 МДж/м<sup>3</sup> (средневозрастные).

3. Влияние лесных полос на кинетическую энергию ветра наиболее ярко проявляется на расстоянии до 5Н. В зоне влияния лесных полос плотной конструкции с наименьшей объёмной фитомассой (0,247 кг/м<sup>3</sup>-0,305 кг/м<sup>3</sup>) и аккумулятивной в ней энергией (4,1 МДж/м<sup>3</sup> – 5,1 МДж/м<sup>3</sup>) формируется ветровой режим, свойственный влиянию лесных полос ажурной конструкции (ветровой поток проникает через насаждение и частично переваливает через него). Увеличение плотности надземной фитомассы насаждения (до 0,667 кг/м<sup>3</sup> с аккумуляцией до 11,1 МДж/м<sup>3</sup> энергии) приводит к резкому снижению кинетической энергии ветра у заветренной опушки а затем - к её нарастанию.

4. Чем выше значение объёмной фитомассы и концентрации энергии в ней, тем больше проявляется влагонакопление в непосредственной близости от насаждения (1-5Н): так, при энергии надземной фитомассы 11,1 МДж/м<sup>3</sup> накопление снеговой влаги в 3,5 раза больше, чем на контроле, при энергии в фитомассе 7 МДж/м<sup>3</sup> - до 2,5 раз, а при значении 4,1 МДж/м<sup>3</sup> – до 1,8 раза от контроля.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроресомелиорация (издание 5-е, переработанное и дополненное) / Л.И. Абакумова, А.Т. Барабанов, М.Н. Белицкая и др. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. 746 с.

2. Патент 2285389 РФ. 2004. Способ определения оптической плотности ветрозащитного барьера и ажурности лесных полос.
3. Ивонин В.М., Танюкевич В.В. Адаптивная лесомелиорация степных агроландшафтов: монография. Москва: Вузовская книга, 2011. 240 с.
4. Танюкевич В.В. Продуктивность и мелиоративная роль лесных полос степных агролесоландшафтов: монография. Новочеркасск: Лик, 2012. 175 с.
5. Танюкевич В.В. Мелиоративная роль и продуктивность лесных полос степных агролесоландшафтов (теоретический аспект) // Научная мысль Кавказа. 2011. №4. С. 85-89.
6. М.И. Долгилевич, В.П. Попов, О.С. Попова Особенности роста и формирование малорядных полезащитных лесных полос в Кулунде // Бюл. ВНИАЛМИ. Волгоград, 1982. Вып. 3(39). С. 8-14.
7. Князева Л.А. Защитное лесоразведение в сухой степи Западного Казахстана: монография. Москва: Наука, 1975. 95 с.
8. Попов В.П. Рост и надземная биомасса лиственницы сибирской в полезащитных лесных полосах Ширинской степи // Формирование лесных полос и их влияние на распределение снега. Красноярск: КГУ, 1978. С. 33-43.
9. Энциклопедия агролесомелиорации // Составитель и главный редактор Е.С. Павловский. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. 675 с.
10. Мелехов И.С. Лесоведение: учебник. 3-е изд. Москва: МГУЛ, 2004. - 398 с.
11. Изюмский П.П. Таксация тонкомерного леса: научное издание. М.: Лесная промышленность, 1972. 88 с.
12. Лебедев С.И. Физиология растений: учебник для вузов. Москва: Агропромиздат, 1988. 544 с.
13. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области / Хрусталёв Ю.П., Василенко В.Н., Свисюк И.В. и др. Ростов н/Д.: Батайское книжное изд-во, 2002. 184 с.
14. Павловский Е.С. Уход за лесными полосами: научное издание. Москва: Лесная промышленность, 1976. 248 с.
15. Усольцев В.А. Биоэкологические аспекты таксации фитомассы деревьев. Екатеринбург: Уральское отделение РАН, Институт леса, 1997. 215 с.

### References

1. Agrolesomeliioracija (izdanie 5-e, pererabotannoe i dopolnennoe) / L.I. Abakumova, A.T. Barabanov, M.N. Belickaja i dr. Volgograd: VNIALMI, 2006. 746 s.
2. Patent 2285389 RF. 2004. Sposob opredelenija opticheskoj plotnosti vetrozashhitnogo bar'era i azhurnosti lesnyh polos.
3. Ivonin V.M., Tanjukevich V.V. Adaptivnaja lesomeliioracija stepnyh agrolandshaftov: monografija. Moskva: Vuzovskaja kniga, 2011. 240 s.
4. Tanjukevich V.V. Produktivnost' i meliorativnaja rol' lesnyh polos stepnyh agrolesolandshaftov: monografija. Novoчеркасск: Lik, 2012. 175 s.
5. Tanjukevich V.V. Meliorativnaja rol' i produktivnost' lesnyh polos stepnyh agrolesolandshaftov (teoreticheskij aspekt) // Nauchnaja mysl' Kavkaza. 2011. №4. S. 85-89.
6. M.I. Dolgilevich, V.P. Popov, O.S. Popova Osobennosti rosta i formirovanie malorjadnyh polezashhitnyh lesnyh polos v Kulunde // Bjul. VNIALMI. Volgograd, 1982. Vyp. 3(39). S. 8-14.
7. Knjazeva L.A. Zashhitnoe lesorazvedenie v suhoj stepi Zapadnogo Kazahstana: monografija. Moskva: Nauka, 1975. 95 s.
8. Popov V.P. Rost i nadzemnaja biomassa listvennicy sibirskoj v polezashhitnyh lesnyh polosah Shirinskoj stepi // Formirovanie lesnyh polos i ih vlijanie na raspredelenie snega. Krasnojarsk: KGU, 1978. S. 33-43.

9. Jenciklopedija agrolesomelioracii // Sostavitel' i glavnyj redaktor E.S. Pavlovskij. Volgograd: VNIALMI, 2004. 675 s.
10. Melehov I.S. Lesovedenie: uchebnik. 3-e izd. Moskva: MGUL, 2004. - 398 s.
11. Izjumskij P.P. Taksacija tonkomernogo lesa: nauchnoe izdanie. M.: Lesnaja promyshlennost', 1972. 88 s.
12. Lebedev S.I. Fiziologija rastenij: uchebnik dlja vuzov. Moskva: Agropromizdat, 1988. 544 s.
13. Klimat i agroklimaticheskie resursy Rostovskoj oblasti / Hrustal'jov Ju.P., Vasilenko V.N., Svisjuk I.V. i dr. Rostov n/D.: Batajskoe knizhnoe izd-vo, 2002. 184 s.
14. Pavlovskij E.S. Uhod za lesnymi polosami: nauchnoe izdanie. Moskva: Lesnaja promyshlennost', 1976. 248 s.
15. Usol'cev V.A. Biojekologicheskie aspekty taksacii fitomassy derev'ev. Ekaterinburg: Ural'skoe otdelenie RAN, Institut lesa, 1997. 215 s.