

УДК 631.6.02: 630*232.43

DOI: 10.15350/2306-2827.2018.4.46

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МАССИВНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Д. А. Маштаков¹, А. Н. Автономов²

¹ Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
Российская Федерация, 410012, Саратов, Театральная пл., 1
E-mail: lmsus1920@mail.ru

² Мариинско-Посадский филиал ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
Российская Федерация, 429570, Мариинский-Посад, ул. Николаева, 52
E-mail: 420533@mail.ru

Рассмотрены проблемы создания массивных защитных лесных насаждений на крутых склонах оврагов и балок в условиях лесостепи Приволжской возвышенности. Массивные защитные насаждения на склонах создают чистыми и смешанными. В процессе изучения смешанных насаждений из дуба черешчатого определены основные параметры роста и развития деревьев, произрастающих на разных участках склона. Сравнительные показатели роста дуба черешчатого в окружении липы мелколистной и акации жёлтой по древесно-кустарниковому типу смешения на разных уровнях (перепад высот 160–170–180 м) установлено, что темпы роста дуба черешчатого в средней части склона выше, чем в долиненной и прирочной зоне, а у липы мелколистной интенсивный рост наблюдается в верхней зоне склона. На основе изучения особенностей роста деревьев на разных участках склона установлено, что для склоновых земель, как и для любых других природных комплексов, характерно большое их разнообразие по рельефу, интенсивности геологических процессов, почвенно-литологическим и гидротермическим условиям, что определяет необходимость дифференцированного подхода к их освоению.

Ключевые слова: противоэрозионные; защитные; массивные насаждения; рост; склон; состав; структура.

Введение. Массивные лесные насаждения создаются на территориях гидрографической сети на берегах оврагов и балок и выполняют главную функцию по регулированию поверхностного стока. В отличие от прибалочных и приовражных лесных полос выращивание массивных защитных лесных насаждений имеет свои особенности [1]. Существующие рекомендации по проектированию, созданию и уходу за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения не всегда подробно рассматривают технологические приёмы создания массивных насаждений на эрозионных склонах [2]. В работе Л.В. Демьяненко отмечается, что созданные лесные куль-

туры по схемам массивных лесных насаждений (0,7 x 1,5 м) без последующего прореживания на склонах балок и оврагов почти не поддаются природным процессам самоизреживания и саморегулирования густоты насаждения, так как с самого начала их создания был нарушен процесс природного отбора [3]. В результате затенения древесного полога в данных насаждениях происходит изменение светового, теплового, водного и микробиологического режимов, что в свою очередь изменяет направление дернового почвообразовательного процесса в сторону оподзоливания и лессовирования [4]. В то же время отмечается, что массивные лесные насаждения овражно-балочной сети

© Маштаков Д. А., Автономов А. Н., 2018.

Для цитирования: Маштаков Д. А., Автономов А. Н. Особенности проектирования и создания противоэрозионных массивных лесных насаждений // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 4 (40). С. 46–55. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.4.46

в общем комплексе противоэрозионных мероприятий адаптивно-ландшафтных систем земледелия являются эффективным средством сокращения процессов водной эрозии и наиболее рациональным способом освоения овражно-балочных и других малопродуктивных земель [5, 6]. В основном для создания массивных насаждений используют такие породы, как дуб черешчатый, берёза повислая, лиственница сибирская, ель европейская [7–9]. Эффективность определяется тем, что под лиственными породами и на чернозёме выщелоченном, и на чернозёме южном, в отличие от залежи, отмечается высокое содержание агрономически ценных водопропрочных агрегатов [10, 11], поэтому изучение влияния почвенных условий на продуктивность лесных насаждений, а также эколого-мелиоративной роли массивных лесных насаждений разного породного состава и возраста является весьма актуальным [4].

В данной работе под массивными насаждениями рассматриваются крупные растительные группировки из разных пород деревьев, которые размещаются на склоне с учётом почвенно-экологических условий, их приуроченности к экспозиции склона исходя из биологических особенностей. По составу массивы могут быть чистыми и смешанными, а по структуре, в зависимости от устойчивости склона и с учётом нагрузки, одноярусные и многоярусные [12, 13]. Создание массивных насаждений на склонах обеспечит защиту земель от разрушения, долговечность посадок деревьев и кустарников, повысит средообразующую и природоохранную роль защитных лесонасаждений [4].

Цель работы – на основе собственных исследований и анализа публикаций по созданию противоэрозионных защитных лесных насаждений предложить технологические приёмы создания массивных насаждений на эрозионных склонах.

Материалы и методы исследования. Полевые исследования проводились

на землях Опытного лесничества Минприроды Чувашской Республики.

Объект 1. Опытный участок расположен на склонах на территории Опытного лесничества в Заовражной части г. Чебоксары с координатами $56^{\circ} 08' 46''$ СШ и $47^{\circ} 09' 24''$ ВД. Склон сложный, состоит из трёх террас, протяжённость – 259 м с учётом террас. Крутизна склона до первой террасы – 24° , протяжённость – 64 м, вторая терраса – с крутизной 34° , протяжённостью 45 м, третья – с крутизной 26° , протяжённость – 82 м, экспозиция склона теневая. На верхнем ярусе в присклоновой части расположены массивные защитные насаждения из дуба черешчатого и сопутствующих пород – клёна остролистного, ясеня обыкновенного, вяза гладкого, вяза шершавого, в подросте бузиной красной, рябиной обыкновенной. Напочвенный покров развит слабо, особенно в верхней и средней части склона.

Объекты 2, 3, 4. Объекты расположены на территории Ильинского участкового лесничества КУ «Опытное лесничество» около д. Кадикасы Моргаушского района Чувашской Республики (табл. 1).

Изучение состояния и роста насаждений осуществлялось на основе общепринятых методических разработок, в основу которых положена закладка постоянных и временных пробных площадей и проведение на них наблюдений.

Результаты и их обсуждение. При проведении наблюдений за опытными объектами получены следующие результаты. В насаждениях, созданных по различным схемам смешения, на первой площадке дуб черешчатый по росту превышает сопутствующие породы (табл. 2; рис. 1). Состояние деревьев оценивается как удовлетворительное. Насаждения III класса бонитета, смешанные по составу и сложные по форме. В первом ярусе – дуб, в открытых местах ясень, во втором – клён остролистный и ясень обыкновенный, в третьем вяз шершавый. Такое смешение пород создаёт условия для роста

Таблица 1

Характеристика объектов для исследования массивных противоэрозионных защитных лесных насаждений

№ объекта	Тип леса, ТЛУ, класс бонитета	Состав	Положение в рельефе	Почва	Подрост	Подлесок	Покров		Возобновление
							травяной	моховой, лишайник	
2	Ельник брусничный (Е бр.) ТЛУ: В2 Бонитет 2 – 3 Свежая суборь	7Е2С1Б	Полотие возвышенности и полотие склоны	Среднеподзолистая супесчаная или легко суглинистая	Редкий, групповой еловый, иногда с примесью сосны	Отсутствует или редкий, рябина, можжевельник, крушина	Брусника, черника, грушанка, майник, костяника	Зеленые мхи	Со сменой на мягколиственные при наличии семенников с примесью сосны
3	Сосняк дубовый (С дуб) ТЛУ: С2 Бонитет: 1 – 1а Свежая сурамень	8С1Д1Б+Ос или 1 ярус: 10С 2 ярус: из Д и Лп	Надлуговые террасы и возвышенные места	Дерново-слабоподзолистая супесчаная или суглинистая	Дуб, редко сосна	Хорошо развитый, лещина, калина, клен, бересклет, липа	Богатый: сныть, звездчатка, медуница, пролеска, злаки	Отсутствует	Возобновляется дубом или со сменой на мягколиственные
4	Дубрава кленово-липовая (Дкл) ТЛУ-Д2 Бонитет 2-3 свежие дубравы	8Д1Ос1Б ед. Лп, Кл,	Нижняя часть склонов	Серая лесная среднеподзолистая суглинистая	Групповой из дуба, березы	Ср. густоты, лещина, бересклет	Густой, папоротники, сныть, копытень	Отсутствует	Смена на осину, березу

дуба черешчатого в «шубе», но с открытой «головой». На 3 и 4 пробных площадках дуб черешчатый в смешанных массивных насаждениях также отстаёт в росте. На третьем участке по схеме сме-

шения главной породой выбрана сосна обыкновенная, которая в росте по диаметру и по высоте опережает дуб черешчатый и сопутствующие породы – берёзу и осину.



Рис. 1. Смешанные массивные противозерозионные защитные насаждения с участием дуба черешчатого

Таблица 2

Показатели роста массивных смешанных защитных насаждений

Состав	Возраст, лет	Порода	Средние показатели					
			диаметр, см			высота, м		
			X ± m	δ	V, %	X ± m	δ	V, %
7Д2Кл1Яс(Вз)	32	Д	8,4±0,2	1,4	24,3	8,5±0,1	1,4	26,2
	32	Кл	6,3±0,1	1,2	22,1	6,2±0,2	1,2	22,4
	22	Я	5,4±0,2	1,0	21,7	5,3±0,1	1,1	23,1
	22	Вз	4,6±0,3	1,7	20,1	4,8±0,2	2,2	21,6
7Е2С1Б	30	Е	8,0 ± 0,4	1,8	19,9	8,1 ± 0,5	2,4	25,2
	30	С	9,8±0,3	1,7	18,1	10,3±0,3	2,5	22,3
	50	Б	9,4±0,1	3,2	17,6	10,5±0,2	3,5	23,1
8С1Д1Б+Ос	31	С	13,4±0,1	1,9	23,9	13,8±0,2	1,7	25,2
	32	Д	8,4±0,2	2,1	22,4	8,7±0,3	2,3	18,4
	30	Б	9,4±0,1	2,3	21,7	10,6±0,2	2,1	21,6
	30	О	10,2±0,2	3,1		9,2±0,3	1,8	22,2
8Д1Ос 1Б	30	Д	7,4±0,3	1,8	40,6	7,2±0,3	1,5	23,9
	20	Ос	7,0±0,1	2,0	25,4	7,4±0,1	1,8	19,4
	20	Б	7,6±0,5	1,4	24,2	7,8±0,2	1,4	21,9

Насаждения по схеме смешения 7Е2С1Б на втором участке характеризуются удовлетворительными показателями. Главная порода, ель европейская II класса возраста, формирует второй ярус. В первом ярусе преобладает сосна обыкновенная, II класс возраста, II класс бонитета. Берёза повислая, V класс возраста, IV класс бонитета, характеризуется низкой товарностью.

В процессе изучения смешанных насаждений из дуба черешчатого с клёном остролистным и липой мелколистной определены основные параметры роста и развития деревьев, произрастающих на разных участках склона. Сравнивая показатели роста дуба черешчатого в окружении липы мелколистной и акации жёлтой по древесно-кустарниковому типу смешения на разных уровнях (перепад высот 160–170–180 м), необходимо отметить, что темпы роста дуба черешчатого в средней части склона выше, чем в долинной и прибрежной зоне, а у липы мелколистной интенсивный рост наблюдается в верхней зоне склона. Интенсивный рост липы мелколистной в верхней зоне склона и защита нижних стволиков дуба от холодных потоков воздушных масс по склону в ночные часы, видимо, формирует определённый микроклимат, благоприятный для роста и развития дуба черешчатого. Смещение дуба черешчатого по древесному типу –Лп–

Д–Лп – позволяет получать высокопродуктивные насаждения на склонах солнечных экспозиций (рис. 2).

Рост дуба черешчатого на склоновых участках в зависимости от места положения по склону выражается следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} &\text{для верхней части склона} \\ Y &= 0,2375x^4 - 3,812x^3 + 20,501x^2 - \\ &\quad - 36,906x + 20,033 \quad (1) \\ R^2 &= 0,9983; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{для средней части склона} \\ Y &= 0,1562x^4 - 2,6551x^3 + 15,103x^2 - \\ &\quad - 28,228x + 15,683 \quad (2) \\ R^2 &= 0,96; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{для нижней части склона} \\ Y &= 0,5157x^3 + 5,3385x^2 - \\ &\quad - 11,917x + 7,1667 \quad (3) \\ R^2 &= 0,97. \end{aligned}$$

Регрессионный анализ показал, что зависимость роста деревьев от экспозиции склона в преобладающем большинстве случаев с наибольшей степенью достоверности аппроксимации отражается полиномиальной функцией третьей и четвёртой степени. Достоверность полученных результатов подтверждается коэффициентом детерминации $R^2 = 0,93–0,97$ во всех вариантах.

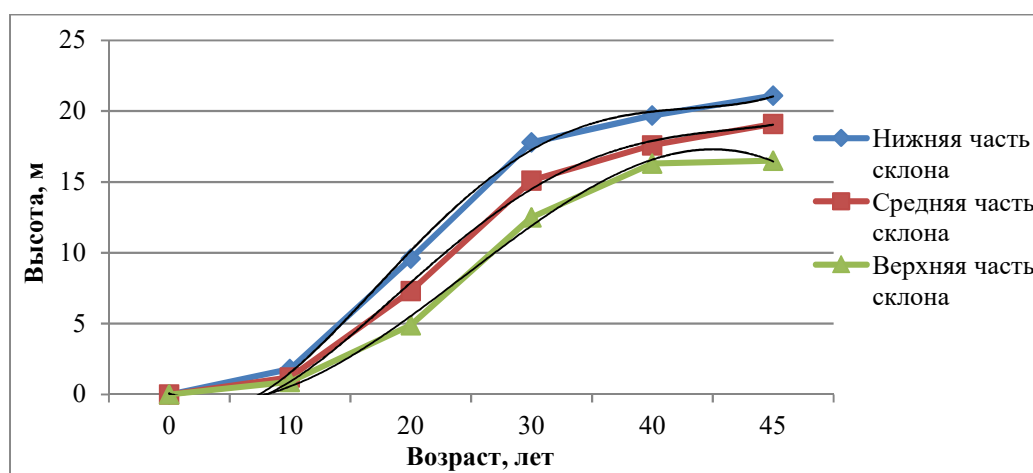


Рис. 2. Ход роста дуба по высоте на склонах солнечной экспозиции по типам условий местопроизрастания (ТЛУ)

На склонах формируются денудационные и аккумулятивные формы рельефа, где широко распространены эрозионные процессы. Склоны различной крутизны почвенно-климатическими процессами усложняют конфигурацию земель за счёт расчленения поверхности при образовании оврагов, ухудшают гидрологический режим почв и подстилающих грунтов, снижают общее плодородие почв, истощают водные источники. Склоновые земли в большинстве почвенно-климатических районов занимают 10–30 % территории и представлены в основном крутыми склонами протяжённостью от нескольких до сотен метров. На территориях исследованных регионов

склоны распространены неодинаково и в основном эти земли пустуют, в хозяйственный оборот не вовлечены. В Чувашской Республике, Республике Татарстан, в лесостепи Ульяновской области с сильно расчленённым рельефом они занимают до 15 % овражно-балочных систем, в равнинных частях Республики Мордовия, Ульяновской области от 1,0 до 2,5 %, в регионах со значительной лесистостью территории Нижегородской области, Республики Марий Эл – всего 1,2–2,2 %. С учётом форм поперечного рельефа, экспозиции и крутизны, почвенно-климатических условий склона приводим следующую классификацию склоновых земель (табл. 3).

Таблица 3

Классификация склоновых земель на крутосклонах

Категория	Тип склона	Крутизна	Экспозиция	Степень увлажнённости почвы	Степень смытости	Условные обозначения
5	Прямой Выпуклый Вогнутый	8-15 ⁰	Солнечная	0 – очень сухие	Не смытые и слабосмытые Среднесмытые Сильносмытые	ВСП5 (РСп)0нс
				0-1 – сухие		ВСК5 (РСК)0-1нс
				1-суховатые		ВСН5 (РСН)0-1нс
			Теневая	1-2 – свежаватые		ВСП5 (РТп)0нс
				2 – свежие		ВСК5 (РТк)2нс
				3 – влажные		ВСН5 (РТн)3срс
				4 – сырые		ВСП5 (РТп)4сс
6	Прямой Выпуклый Вогнутый	15-35 ⁰	Солнечная	0 – очень сухие	Не смытые и слабосмытые Среднесмытые Сильносмытые	ВСП6 (РСп)0нс
				0-1 – сухие		ВСК6 (РСК)0-1нс
				1 – суховатые		ВСН6 (РСН)0-1нс
			Теневая	1-2 – свежаватые		ВСП6 (РТп)0нс
				2 – свежие		ВСК6 (РТк)2нс
				3 – влажные		ВСН6 (РТн)3срс
				4 – сырые		ВСП6 (РТп)4сс
7	Прямой Выпуклый Вогнутый	>35 ⁰	Солнечная	0 – очень сухие	Не смытые и слабосмытые Среднесмытые Сильносмытые	ВСП7 (РСп)0нс
				0-1 – сухие		ВСК7 (РСК)0-1нс
				1 – суховатые		ВСН7 (РСН)0-1нс
			Теневая	1-2 – свежаватые		ВСП7 (РТп)0нс
				2 – свежие		ВСК7(РТк)2нс
				3 – влажные		ВСН7 (РТн)3срс
				4 – сырые		ВСП7 (РТп)4сс

Условные обозначения: ВСП5(РСп)0нс – склон средней крутизны, прямой, 5 категории (крутизна 8-15⁰), склон прямой, солнечной экспозиции, очень сухой, не смытый или слабосмытый; ВСП5 (РТп) 4сс – склон средней крутизны, выпуклый, 5 категории (крутизна 8-15⁰), склон прямой, теневой экспозиции, сырой, среднесмытый; ВСП5 – прямой, 5 категории, ВСК 5 – выпуклый, 5 категории; ВСН 5 – вогнутый, 5 категории; РСп – склон солнечной экспозиции, РТ – склон теневой экспозиции. НС – не смытый, СРС – средней смытости, СС – сильносмытый, 0-1; 1-2; 2 – степень увлажнения. Следовательно, индекс ВСН7(РТн)3срс3 означает «выпуклый 7 категории склон (крутизна >35⁰), теневой экспозиции, влажный средней смытости».

Склоновые системы в зависимости от высотного положения рельефа требуют определённого подбора технологии и породного состава при создании защитных лесных насаждений. В зависимости от экспозиции и высотного положения склона, необходимо подбирать такой ассортимент растений, которые приспособлены к данным экологическим условиям (рис.3; 4).

Для склоновых земель, как и для любых других природных комплексов, характерно большое их разнообразие по

рельефу, интенсивности геологических процессов, почвенно-литологическим и гидротермическим условиям, что определяет необходимость дифференцированного подхода к их освоению. При соблюдении определённых требований в процессе создания защитных лесных насаждений можно добиться положительных результатов в создании массивных противозерозионных лесных насаждений, устойчивых к неблагоприятным экологическим факторам на склоновых землях.



Рис. 3. Ассортимент и породный состав противозерозионных защитных массивных лесных насаждений для склонов солнечной экспозиции



Рис. 4. Ассортимент и породный состав противозерозионных защитных лесных насаждений для склонов теневой экспозиции

Выводы

- создание защитных противоэрозионных лесных насаждений – это длительный процесс. Технологическая схема создания защитных лесных насаждений делится на несколько этапов, так как в один приём создать противоэрозионные защитные лесные насаждения сложно из-за того, что каждый этап имеет разную продолжительность;
- в зависимости от цели создания противоэрозионных защитных лесных насаждений обосновывается породный состав, который определяется почвенно-экологическими условиями участков, экспозицией склона;

гическими условиями участков, экспозицией склона;

- для создания устойчивых противоэрозионных насаждений необходимо учитывать устойчивость не только склоновой поверхности, но и биологическую устойчивость древесных и кустарниковых пород;
- на основании проведённых исследований, для формирования благоприятных условий для противоэрозионных лесных насаждений в условиях лесостепи Приволжской возвышенности лучшим способом является создание смешанных противоэрозионных массивных насаждений.

Список литературы

1. *Проездов П.Н., Д.А. Маштаков Д.А.* Агроресомелиорация. Монография. Саратов: СГАУ, 2016. 474 с.
2. Проектирование, создание и уход за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения / Балакай Н.И., Бабичев А.Н., Балакай С.Г. и др. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. 102 с.
3. *Демьяненко Л.В.* Из опыта функционирования Придеснянского противоэрозионного комплекса // Актуальные проблемы лесного комплекса. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/iz-opyta-funktsionirovaniya-pridesnyanskogo-protivoerozionnogo-kompleksa> (Дата обращения: 08.12.2018).
4. *Кравченко А.Н.* Запасы влаги в почве и её водопроницаемость на склонах при залесении балок // Плодородие. 2009. № 6. С. 47-48.
5. *Дудченко Л.В.* Эффективный биологический способ подавления сорных растений в полезащитных лесных насаждениях // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 7. С. 37-38.
6. *Засоба В.В.* Структурная характеристика чернозёма обыкновенного в массивных лесных насаждениях в степных условиях Краснодарского края // Актуальные проблемы лесного комплекса; Под общей редакцией Е.А. Памфилова. Брянск: БГИТУ, 2017. Вып. 49. С. 37-38.
7. *Маштаков Д.А., Автономов А.Н., Проездов П.Н.* Концепция создания противоэрозионных защитных лесных насаждений в лесостепи Приволжской возвышенности // Успехи современного естествознания. 2018. № 6. С. 37-42.
8. European forest types Categories and types for sustainable forest management reporting and policy/ European Environment Agency. 2nd edition, 2007. 111 p.
9. The concept of phytomelioration of open agricultural landscape on example of wola Idzikowska village / Wojciech Przegon, Roman Rybicki, Radomir Obroślak et al. // Journal of Ecological Engineering. 2016. Vol. 17 (2). Pp. 163–168.
10. *Ковылина О.П., Ковылин Н.В.* Изучение состояния и роста полосных и массивных насаждений сосны обыкновенной в условиях сухой степи // Лесной журнал. 2011. № 4. С. 36-39.
11. *Мишунова Е.С.* Лесоводство и естественные науки. Харьков: Майдан, 2000. 612 с.
12. Влияние лиственных лесных насаждений на физические свойства почв / Трофимов И.Т., Беховых Ю.В., Болотов и др. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 1 (111). С. 34-38.
13. *Siuta J.* Fitomelioracja środowiska i krajobrazu niezbędnikiem cywilizacji // Inżynieria Ekologiczna. 2013. Vol. 34. Pp. 53–61.

Статья поступила в редакцию 08.10.18.

Принята к публикации 11.12.18.

Информация об авторах

МАШТАКОВ Дмитрий Анатольевич – доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесного хозяйства и ландшафтного строительства, Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Область научных интересов – агролесомелиорация, защитное лесоразведение, лесные пожары и борьба с ними. Автор 112 публикаций.

АВТОНОМОВ Алексей Николаевич – кандидат биологических наук, доцент, директор Мариинско-Посадского филиала ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет». Область научных интересов – агролесомелиорация, защитное лесоразведение, лесные пожары и борьба с ними. Автор 86 публикаций.

UDC 631.6.02: 630*232.43
DOI: 10.15350/2306-2827.2018.4.46

FEATURES FOR DESIGNING AND ESTABLISHING MASSIVE ANTI-EROSION FOREST PLANTATIONS

D. A. Mashtakov¹, A. N. Avtonomov²

¹ Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov,
1, Teatralnaya Sq., Saratov, 410012, Russian Federation
E-mail: lmsus1920@mail.ru

² Mariiinsko-Posadskiy branch of FSBEI HPE «Volga State University of Technology»,
52, Nikolaeva St., Mariiinskiy-Posad, 429570, Russian Federation
E-mail: 420533@mail.ru

Keywords: *anti-erosion; protective; massive plantings; growth; slope; composition; structure.*

ABSTRACT

Introduction. *The problems of establishing massive protective forest stands on the steep slopes of ravines and beams in the forest-steppe of the Volga Upland are considered. Massive protective stands on the slopes are established pure and mixed. Existing recommendations on the design, establishment and maintenance of protective forest plantations on agricultural lands do not always consider in detail the technological methods of establishing massive plantings on erosion slopes. The goal of the research is to offer technological methods for establishment massive plantings on erosion slopes based on the research data obtained by the authors and on the basis of the analysis of various publications on the creation of anti-erosion protective forest plantations. Materials and research methods.* Study of state and growth of plantings was carried out on the basis of generally accepted methodological developments on permanent and temporary test areas. **Results and discussion.** *When studying the mixed stands of English oak, the main parameters of growth and development of trees growing on different parts of the slope were determined. Comparing the growth indicators of English oak surrounded by small-leaved linden trees and yellow acacia on wood-shrub type of mixing at different levels (altitude difference 160–170–180 m), it was established that the growth rate of English oak in the middle part of the slope was higher than in the valley and in the approximate zone, while an intensive growth of the small-leaved linden tree was observed in the upper zone of the slope. On the basis of the study of peculiarities of growth of trees on different parts of the slope, it was determined that it was typical a vast diversity in relief, intensity of geological processes, soil-lithologic and hydrothermic conditions both for the slope lands and any other ecosystems which was specifying the necessity for a differentiated approach for reclamation of the lands. Depending on the high-altitude position of the relief, it is required a certain choice of the technology and species composition when establishing protective forest plantations on the slopes. In the paper, it is offered a range of wood and shrub species for establishing massive forest plantations depending on the ecological conditions of the slopes. Conclusion.* To establish sustainable anti-erosion plantations, it is important to take into account both the fundamental strength of the slopes and biopersistence of wood and shrub species. According to the obtained in the research data, it is possible to note that establishment of mixed anti-erosion massive plantations is the best solution to make favourable conditions for anti-erosion forest stands in the conditions of forest-steppe in the Volga Upland.

REFERENCES

1. Proezdov P.N., Mashtakov D.A. *Agrolesomelioratsiya. Monografiya* [Agroforestry. Monograph]. Saratov: SGAU. 2016. 474p. (In Russ.).
2. Balakai N.I., Babichev A.N., Balakai S.G. et al. *Proektirovanie, sozdanie i ukhod za zashchitnymi lesnymi nasazhdeniyami na zemlyakh sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Designing, Establishing and Servicing for Protective Forest Plantations on the Agricultural Lands]. Novocherkassk: RosNIIPM, 2016. 102 p. (In Russ.).
3. Demyanenko L.V. *Iz opyta funktsionirovaniya Pridesnyanskogo protiverozionnogo kompleksa* [Out from the Experience of Functioning of Pridesnyanskiy Antierosion Complex]. *Aktualnye problemy lesnogo kompleksa* [Current Problems of Timber Complex]. URL: // <https://cyberleninka.ru/article/v/iz-opyta>

funktsionirovaniya-pridesnyanskogo-protivoerozionnogo-kompleksa. (Reference date: 08.12.2018). (In Russ.).

4. Kravchenko A.N. Zapasy vlagi v pochve i ee vodopronitsaemost na sklonakh pri zanesenii balok [Deposit of Moisture in the Soil and Its Water Permeability on the Slopes When Afforestation of Ravines]. *Plodородie [Fertility]*. 2009. No 6. Pp. 47-48. (In Russ.).

5. Dudchenko L.V. Effektivnyy biologichesky sposob podavleniya sornykh rasteniy v polezashchitnykh lesnykh nasazhdeniyakh [An Efficient Biological Way to Suppress Weed-Plants in Field-Protecting Forest Plantations]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievement of Science and Engineering of Agro-Industrial Complex]*. 2012. No 7. Pp. 37-38. (In Russ.).

6. Zasoba V.V. Strukturnaya kharakteristika chernozema obyknovennogo v massivnykh lesnykh nasazhdeniyakh v stepnykh usloviyakh Krasnodarskogo kraia [Typical Chernozem Structural Characteristic in Massive Forest Plantations in the Steppe of the Krasnodar Territory]. *Aktualnye problemy lesnogo kompleksa. Pod obshchey redaktsiey E.A. Pamfilova* [Current Problems of Timber Complex; general editorship of E.A. Pamfilov]. Bryansk: BGITU, 2017. Issue 49. P.37-38. (In Russ.).

7. Mashtakov D.A., Avtonomov A.N., Proezdov P.N. Kontseptsiya sozdaniya protiverozionnykh zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy v lesostepi Privolzhskoy vozvyshehnosti [A Conception for Establishment of Anti-Erosion Protective Forest Plantations in the Forest-Steppe in the Volga Upland]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Success of

Natural Science of Today]. 2018. No 6. Pp. 37-42. (In Russ.).

8. European Forest Types Categories and Types for Sustainable Forest Management Reporting and Policy. European Environment Agency. 2nd edition, 2007. 111 pp.

9. Wojciech Przegon, Roman Rybicki, Radomir Obroślak, Justyna Gabryszuk, Żanna Król. The Concept of Phytomelioration of Open Agricultural Landscape on Example of Wola Idzikowska Village. Poland. *Journal of Ecological Engineering*. 2016. Vol. 17 (2). Pp. 163–168.

10. Kovylyna O.P., Kovylin N.V. Izuchenie sostoyaniya i rosta polosnykh i massivnykh nasazhdeniy sosny obyknovennoy v usloviyakh sukhoy stepi [Study of Condition and Growth of Strip and Massive Plantations of Scots Pine in the Conditions of Dry Steppe]. *Lesnoy zhurnal* [Forest Magazine]. 2011. No 4. Pp. 36-39. (In Russ.).

11. Migunova E.S. *Lesovodstvo i estestvennye nauki* [Forestry and Natural Sciences]. Kharkov: Maidan, 2000. 612 p. (In Russ.).

12. Trofimov I.T. et al. Vliyanie listvennykh lesnykh nasazhdeniy na fizicheskie svoystva pochv [Influence of Foliar Forest Plantations on the Physical Properties of Soils]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Herald of Altai State Agrarian University]. No 1 (111). 2014. Pp.34-38. (In Russ.).

13. Siuta J. Fitomelioracja środowiska i krajobrazu niezbędnikiem cywilizacji. *Inżynieria Ekologiczna*. 2013. Vol. 34. Pp. 53–61.

The article was received 08.10.18.
Accepted for publication 11.12.18.

For citation: Mashtakov D. A., Avtonomov A. N. Features for Designing and Establishing Massive Anti-Erosion Forest Plantations. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2018. No 4 (40). Pp. 46–55. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.4.46

Information about the authors

Dmitry A. Mashtakov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Chair of Forestry and Landscape Design, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Research interests – agroforestry, protective afforestation, forest fires and fight with them. The author of 112 publications.

Alexey N. Avtonomov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Director of Mariinsko - Posadskiy branch of «Volga State University of Technology». Research interests – agroforestry, protective afforestation, forest fires and fight with them. The author of 86 publications.