

УДК 631.613

**В. М. Ивонин**

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

## **ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ И АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В БАЛКАХ**

Цель исследования заключалась в изучении отложения аллювия на днищах балок, чтобы обосновать мероприятия по укреплению аллювиальных почв. Использовали метод измерения накопления аллювия на днищах балок и лабораторный анализ почвенных образцов. Было обнаружено, что сосредоточение стока в балке и оползни на ее склонах образуют слой аллювия (мощность 0,12–1,12 м), который выглядел как речная пойма. Формирование аллювия происходит под влиянием леса в балках. Однако этот лес может способствовать частичному размыванию накоплений аллювия с изменением русел временных водотоков. На дне балки сток может обойти лес, обрушивая склон. Это исключает лес из процесса накопления аллювия. Если основной поток и тальвег балки совпадают, то лес не будет участвовать в этом процессе. Разработаны методы повышения способности леса накапливать аллювий в балках. Необходимо создать под покровом леса простые сооружения – плетни, которые регулируют поток на дне долины балки. Можно устраивать плетни, которые обеспечивают вывод стока из тальвега балки на террасы из аллювия. Было установлено, что верхний слой аллювия балок и пойм малых рек характеризует аналогичный состав (тяжелый суглинок). Лес на дне балки способствует увеличению прочности макроструктуры аллювиальных почв. Более того, верхний слой почвы уменьшает плотность с 1,16 до 1,10 г/см<sup>3</sup>, пористость увеличилась с 54,0 до 55,6 %, водопрочность агрегатов (метод Бакшеева) возросла с 69,4 до 78,0 %. Это повышает устойчивость аллювиальной почвы на днище долины балки. Выявлено, что леса и перелески способны менять расположения временных водотоков в массе аккумуляции на днище долины балки. Приведены характеристики русел временных водотоков, которые изменяют положение на днищах балок под влиянием лесов. Предложены различные способы повышения способности лесов накапливать аллювий на днищах балок.

Ключевые слова: балочные формы рельефа, аллювий, аккумуляция, леса на днищах балок, поток воды, плетневые сооружения.

**V. M. Ivonin**

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute of Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

## **FOREST PLANTATIONS AND ACCUMULATIVE PROCESSES IN RAVINES**

The purpose of the study was to examine the alluvial deposits on the ravine bottoms to justify the practices of alluvial soils strengthening. Measuring method of alluvium accumulation on the bottoms of ravines and laboratory analysis of soil samples were used. It was found out that the concentration of runoff in the ravine and landslides on its slopes form an alluvium layer (power 0.12–1.12 m), which looked like a river floodplain. Alluvium formation is influenced by the ravine forests. However, this forest may contribute to partial erosion of alluvium accumulation with changes in river beds of temporary streams. The flow at the bottom of the

ravine can bypass the forest, bringing down the slope. It excludes forest from the process of alluvium accumulation. If the main stream and the ravine thalweg coincide, the forest won't participate in this process. Methods for increasing the ability of forests to store alluvium in the ravines were worked out. It is necessary to build up simple structures – fences to regulate the flow at the bottom of the ravine valley under forest cover. Fences can be arranged to provide the drain of the ravine thalweg to the alluvium terraces. It was found out that the upper layer of the ravine alluvium and floodplains of small rivers have a similar composition (sandy clay loam). The forest at the bottom of the ravine increases the strength of the macrostructure of alluvial soils. Moreover, the soil top layer reduces the density from 1.16 to 1.10 gram per cubic cm, the porosity is increased from 54.0 to 55.6 %, aggregate water-resistant (Baksheev method) is risen from 69.4 to 78.0 %, which increases the stability of the alluvial soil on the bottom of the ravine valley. It has been shown that forests and coppices are able to change the location of temporary streams in the mass accumulation on the bottom of the ravine valley. The characteristics of the canals of temporary streams which alter the situation on the ravine's bottoms under the influence of forests are given. Various methods of enhancing the ability of forests to store alluvium on the ravine bottoms are suggested.

Keywords: ravine landforms, alluvium, accumulation, forests on the ravine bottoms, water flow, fence facilities.

**Введение.** Балка (суходол по А. С. Козменко [1]) – сухая или с временным водотоком эрозионная долина, сформированная в результате аллювиальных процессов в голоцене. Обычно выделяют относительно плоскодонные балки или балки, на днищах которых имеются русла временных водотоков, или донные овраги.

Считают, что в голоцене при наличии постоянного водотока в балке (донные овраги вскрывают водоносные горизонты) на днище формировалось пространство из аллювия – аналог высокой и низкой пойме реки [2, 3].

Однако аллювиальное пространство образуется и без вскрытия водоносных горизонтов при пропуске вод местного стока в балке, особенно при наличии древесной растительности, повышающей шероховатость днища [4, 5].

При этом постепенно формируется донное образование, которое аккумулирует около 80 % наносов, привносимых в балку с водосбора [6].

В нашей стране балочные днища обычно используют в сельском хозяйстве (сенокос, выпас, многолетние насаждения). Аккумулятивные процессы при этом регулируют с помощью донных лесных насаждений и простейших гидротехнических сооружений [7].

В странах Евросоюза для целей аккумуляции наносов и борьбы с эрозией используют разнообразные простейшие устройства из местных материалов и посадки древесных растений [8, 9].

Применение в целях мелиорации древесных насаждений и простейших сооружений на днищах балок может активизировать донную эрозию при перестройке аккумулятивных образований [6].

Это вызывает необходимость в дополнительных исследованиях аккумулятивных процессов на балочных днищах для обоснования лесомелиоративных мероприятий.

Такие исследования проводились нами в течение 1986–2016 гг. на днищах балок восточных отрогов Донецкого кряжа в Красносулинском районе Ростовской области. Обобщение полученных результатов представлено в настоящей статье.

**Материалы и методы.** Исследовались участки балочных днищ и поймы р. Кундрючьей, где измерялись мощность аллювия и размеры русел временных водотоков с помощью металлического щупа и раскопок. Ширину и глубину русел измеряли в створах донных лесных насаждений.

Кроме того, из слоя аллювиальных почв 0–20 см отбирали образцы, в которых во время лабораторных исследований определяли влажность, гранулометрический и микроагрегатный состав, водопрочность агрегатов, водно-физические свойства. При этом использовали методики, изложенные в государственных стандартах (ГОСТ 12071-2000<sup>1</sup>, ГОСТ 5180-2015<sup>2</sup>), а также в работах А. Ф. Вадюниной, З. А. Корчагиной (1986) [10], И. С. Кауричева, Н. П. Панова и др. (1980) [11]. Анализ водопрочности агрегатов выполняли на основе методики Н. М. Бакшеева (четырёхкратная повторность).

---

<sup>1</sup> ГОСТ 12071-2000. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. – Взамен ГОСТ 12071-84; введ. 2001-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 25 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – Взамен ГОСТ 5180-84; введ. 2016-04-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 20 с.

По результатам определения гранулометрического и микроагрегатного состава рассчитывали характеристики микроагрегатного состояния почв:

- фактор дисперсности по Н. А. Качинскому:

$$K_d = (I_m / I_g) \cdot 100 \%,$$

где  $I_m$  и  $I_g$  – содержание илистых частиц соответственно при микроагрегатном и гранулометрическом анализе, %;

- фактор структурности по Фагелеру:

$$K_c = [(I_g - I_m) / I_g] \cdot 100 \%;$$

- гранулометрический показатель структурности по А. Ф. Вадюниной:

$$K_g = [(I_g + M_p) / (C_p + K_p)] \cdot 100 \%,$$

где  $M_p$ ,  $C_p$ ,  $K_p$  – содержание соответственно мелкой, средней и крупной пыли при гранулометрическом анализе, %;

- степень агрегирования по Бевер-Роадесу, %:

$$K_a = [(\Phi_m - \Phi_g) / \Phi_m] \cdot 100 \%,$$

где  $\Phi_m$  и  $\Phi_g$  – содержание фракций песка (частиц диаметром  $> 0,05$  мм) при микроагрегатном и гранулометрическом анализе, %.

Показатель противоэрозионной стойкости (ППС) почв рассчитывали по А. Д. Воронину и М. С. Кузнецову:

$$\text{ППС} = K_{pa} / K_d,$$

где  $K_{pa}$  – фактор потенциальной агрегированности:

$$K_{pa} = [I_g / (100 - I_g)] \cdot 100 \% .$$

**Результаты и обсуждение.** Характеристики насаждений, аккумулятивных образований и русел временных водотоков в балках приведены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что на днищах балок с донными насаждениями средняя мощность аллювия изменяется от 0,12 до 1,12 м, а глубина донных размывов – от 0,2 до 1,6 м. На участке высокой поймы в районе устья балки Гремучей мощность аллювия равна 0,38 м.

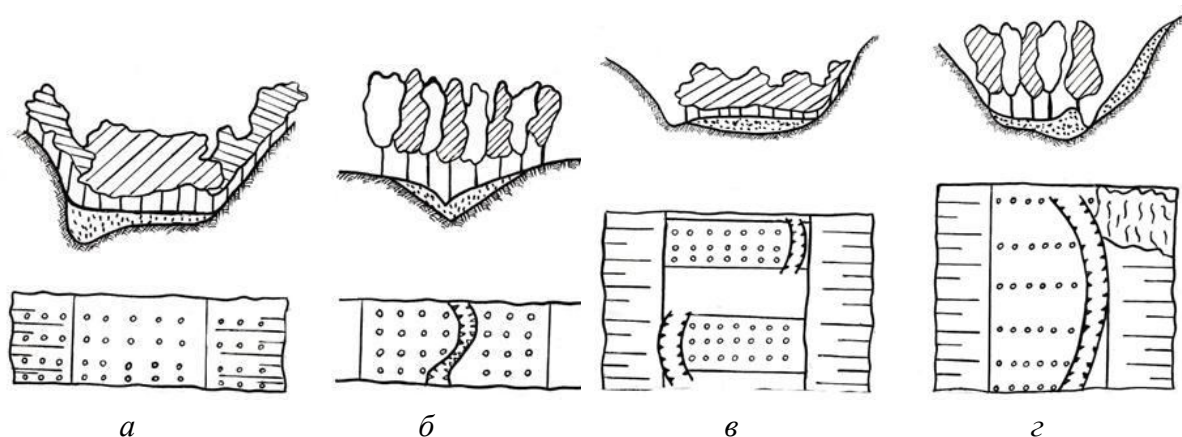
**Таблица 1 – Характеристика насаждений и эрозионно-аккумулятивных образований в балках и пойме р. Кундрючьей**

Морфометрия балки	Лесное насаждение	Эрозионно-аккумулятивное образование
1	2	3
Балка Малая Журавка (проба 1, насаждения в устье балки)		
Длина – 5600 м, средняя ширина – 300 м, ширина днища – 30 м, крутизна бортов – до 40°, крутизна псевдопоймы – до 3°	Донное насаждение. Состав: 10 ДЧ, подлесок – клен татарский, возраст 27 лет, $H = 13,4$ м, $d = 13,7$ см, запас – 147 м <sup>3</sup> /га	Мощность аллювия – 1,12 м. Под лесным пологом образовано русло временного водотока глубиной 0,2–0,3 м и шириной 1,2–2,5 м
Балка Малая Журавка (проба 2, насаждения в верховьях балки)		
То же, ширина днища – 6 м, крутизна бортов – 8°, крутизна днища – 2°	Донное насаждение. Состав: 1-й ярус – 10 ДЧ, 2-й ярус – 8 КЛО, 1 ЛП, 1 ЯСО, возраст 93 года; ДЧ: $H = 24,5$ м, $d = 31,4$ см, запас – 406 м <sup>3</sup> /га; КЛО: $H = 11,5$ м, $d = 10,4$ см, запас – 406 м <sup>3</sup> /га; ЛП: $H = 11$ м, $d = 10,5$ см, запас – 4 м <sup>3</sup> /га; ЯСО: $H = 18$ м, $d = 24,9$ см, запас – 4 м <sup>3</sup> /га	Относительно плоское днище с мощностью аллювия 0,12 м. Русло временного водотока не выражено
Балка Гремучая (проба 3, насаждения-илофилтры с расстоянием между ними 30 м)		
Длина – 8050 м, средняя ширина – 350 м, ширина днища – 14 м, крутизна бортов – 13–24°, крутизна днища – до 4°	Заросли крушины слабительной и терновник в виде илофилтров, высота побегов – 3–4 м, диаметр побегов у основания – 2–3 см	Мощность аллювия – 0,29 м. Русло временного водотока глубиной 0,2 м, шириной 1,1–1,4 м, обходящее заросли
Участок поймы р. Кундрючьей вблизи устья балки Гремучей (проба 4)		
Высокая пойма в районе впадения в долину балки Гремучей. Глубина устья балки – 1 м, ширина – 42 м, крутизна бортов – 4°	Полезачитная лесная полоса на пойме. Состав: 10 ТЧ, подлесок – ежевика и свидина, возраст 13 лет, $H = 18$ м, $d = 16,8$ см, запас – 310 м <sup>3</sup> /га	Мощность аллювия $d = 0,38$ м. Русла временных водотоков не выражены
Балка Большая Журавка (проба 6, донное насаждение)		
Длина – 9800 м, средняя ширина – 200 м, ширина днища 48 м, крутизна днища – 0,5°	Донное насаждение. Состав: 10 ТЧ, возраст 45 лет, $H = 26$ м, $d = 30,8$ см	Мощность аллювия – 0,68 м. Русло временного водотока глубиной 0,5 м, шириной 14 м обходит донное насаждение

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Балка Злодейская (проба 7, насаждения-илофилтры с расстоянием между ними 135 м)		
Длина – 2050 м, средняя ширина – 96 м, ширина днища – 30–40 м, крутизна днища – 1,5°	Заросли терновника в центральной части днища балки, высота побегов терновника – 2,1–2,8 м, диаметр побегов у основания – 1,0–1,6 м	Мощность аллювия – 0,36 м. Русло глубиной 0,2–1,2 м, шириной 1,5–2,0 м обходит заросли терновника
Примечание – ДЧ – дуб черешчатый; КЛЮ – клен остролистный; ЛП – липа мелколистная; ЯСО – ясень обыкновенный; ТЧ – тополь черный; <i>H</i> – высота; <i>d</i> – диаметр.		

Аккумулятивные пространства на днищах балок формируют влекомые и взвешенные наносы местного стока, а также материал, поставляемый гравитационными процессами с подмываемых бортов балок (оползни, осыпи, осы). Основная задача донных насаждений в балках – усиление аккумуляции, которая должна подавлять донный размыв. Плановые положения донных размывов из данных таблицы 1 приведены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Основные плановые положения русел временных водотоков (донных размывов) на облесенных балочных днищах (пояснения в тексте)**

Изображения, представленные на рисунке 1, иллюстрируют положения русел временных водотоков, связанных с лесными насаждениями:

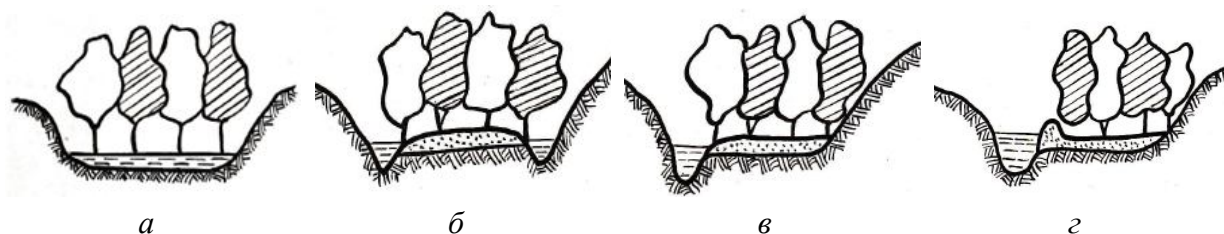
- русло временного водотока явно не выражено под пологом насаждения на относительно плоском аккумулятивном образовании (рисунок 1, *a*);
- русло временного водотока совпадает с балочным тальвегом под пологом насаждения (рисунок 1, *б*);

- русло временного водотока обходит насаждения-илофильтры (рисунок 1, в);

- русло временного водотока обходит массивное насаждение (рисунок 1, г).

Первое положение, представленное на рисунке 1, а, характеризует аккумулятивное пространство под пологом насаждения, когда аккумуляция подавила донную эрозию (русловые процессы отсутствуют). Второе положение, изображенное на рисунке 1, б, представляет русло временного водотока по тальвегу балки (насаждение не выполняет свое основное предназначение, так как аккумуляция не подавляет донный размыв). При этом лесное насаждение нуждается в усилении своих функций за счет проведения мелиоративных мероприятий.

Рисунки 1, в и г (соответственно третье и четвертое положения русел) характеризуют явление «руслового обхода донных насаждений» (рисунок 2).



а – исходный поток воды в балке; б – отложенные наносы сосредотачивают сток у противоположных балочных склонов; в – завершение концентрации стока у одного из склонов; г – русловый обход насаждения

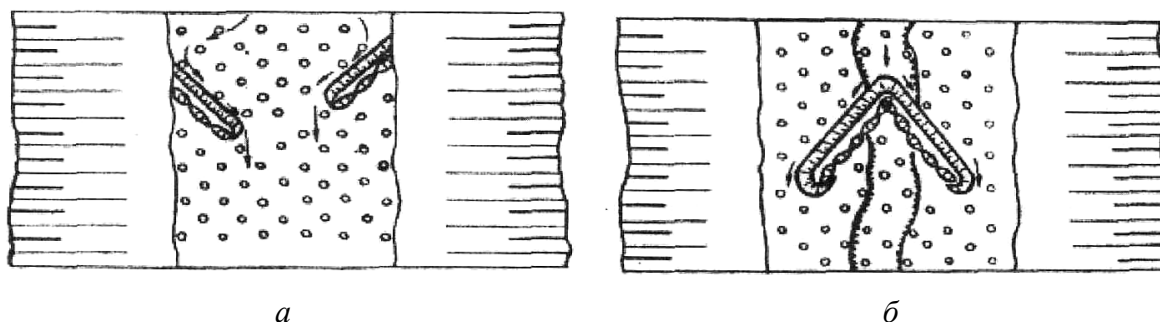
### **Рисунок 2 – Русловый обход донного насаждения**

В соответствии с рисунком 2, а лесное насаждение на плоском днище своей верховой опушкой встречает донный поток и разбивает его на ручейки, которые отлагают влекомые и взвешенные наносы. При этом по верховой опушке насаждения возникает аккумулятивное образование, которое постепенно расширяется, отесняя и сосредотачивая ручейки в потоки к противоположным балочным склонам, как видно на рисунке 2, б.

Далее наиболее мелкий из потоков отмирает (явление бифуркации),

и весь сток сосредотачивается у одного из балочных склонов, это видно из рисунка 2, в. Этот поток уже не поступает под полог насаждения, а подрезает балочный склон и отделяется прирусловым валом от лесного насаждения, как показано на рисунке 2, г.

Для того чтобы предупредить явление руслового обхода донного насаждения, под его пологом устраивают полузапруды (путем переплетения хворостом стволов соседних деревьев до высоты 0,6 м и подсыпки плетней грунтом со стороны подхода воды), под тупым углом отводящие сток от периферии к центру псевдопоймы (рисунок 3, а).



*а* – полузапруды, предупреждающие русловый обход насаждения;  
*б* – распылитель стока стреловидной формы на балочном тальвеге

### **Рисунок 3 – Способы усиления эффективности донных лесных насаждений**

При этом сток, оттесняемый растущим аккумулятивным образованием к противоположным балочным склонам, направляется полузапрудками к центру насаждения, которое начинает выполнять свое основное предназначение, так как аллювий будет отлагаться по всей площади насаждения.

В случае если на днище балки выражен тальвег, пересекающий донное насаждение, под его пологом устраивают распылитель стока стреловидной формы по плану: соседние деревья переплетают хворостом и подсыпают плетни грунтом так, как это показано на рисунке 3, б. Стреловидный распылитель стока своим тупым оголовком рассечет донный поток на струи и выведет их по своим открылкам на прирусловые террасы днища. При этом аккумулирующая способность насаждения повысится: мелкозем отложится под лесным пологом, и русло временного водотока заилится.



Таким образом, представлены простейшие сооружения под пологом донных лесных насаждений, способствующие формированию временными водотоками балочных эрозионно-аккумулятивных образований, напоминающих речные поймы.

Представляет интерес сравнение состава и свойств аллювиальных почв, формирующихся на днищах балок и речной пойме. Гранулометрический и микроагрегатный состав этих почв приведен в таблице 2.

**Таблица 2 – Гранулометрический (числитель) и микроагрегатный (знаменатель) состав слоя 0–20 см аллювиальных почв**

В %

Вариант	Фракция, мм					
	> 0,250	0,250– 0,050	0,050– 0,010	0,010– 0,005	0,005– 0,001	< 0,001
Аккумулятивное образование на днище балки						
Многолетние травы	11,34 / 25,02	22,49 / 22,81	34,43 / 32,31	10,24 / 8,44	16,93 / 8,81	4,57 / 2,61
Донное лесное насаждение (проба 1)	0,21 / 21,62	13,25 / 30,41	39,82 / 32,19	11,67 / 6,57	15,79 / 4,36	19,26 / 4,85
Пойма малой реки						
Многолетние травы	2,17 / 7,55	5,14 / 18,44	41,45 / 48,84	8,89 / 10,40	14,89 / 10,69	27,46 / 4,08
Полезная защитная лесная полоса (проба 4)	1,08 / 8,42	11,74 / 29,65	45,08 / 52,14	10,16 / 5,30	16,48 / 2,37	15,46 / 2,12

Из данных таблицы 2 следует, что на днище балки и речной пойме (под многолетними травами) почвы представлены тяжелыми суглинками, что свидетельствует об общности формирования аллювиальных отложений. При этом определено существенное различие в аккумулятивной способности лесных насаждений: донные лесные насаждения в балке способствуют утяжелению гранулометрического состава (за счет аккумуляции взвешенных наносов), а пойменная полезная защитная лесная полоса – нет.

По данным таблицы 2 рассчитали характеристики микроагрегатного состояния почв (таблица 3).

Из таблицы 3 видно, что в балке микроагрегатное состояние верхнего слоя аллювиальных почв под донным лесным насаждением (проба 1) улучшилось по сравнению с многолетними травами.

**Таблица 3 – Микроагрегатное состояние слоя 0–20 см аллювиальных почв**

Вариант	Фактор, %		$K_g$ , %	$K_a$ , %	ППС
	$K_d$	$K_c$			
Аккумулятивное образование на днище балки					
Многолетние травы	57,1	42,9	48,1	29,3	0,08
Донное лесное насаждение (проба 1)	25,2	74,8	68,1	74,1	1,01
Пойма малой реки					
Многолетние травы	14,9	85,1	84,1	71,9	2,54
Полезащитная лесная полоса (проба 4)	13,7	86,2	57,8	66,3	1,33
Примечание – $K_d$ – фактор дисперсности по Н. А. Качинскому; $K_c$ – фактор структурности по Фагелеру; $K_g$ – гранулометрический показатель структурности по А. Ф. Вадюниной; $K_a$ – степень агрегирования по Бевер-Родесу; ППС – показатель противоэрозионной стойкости почв по А. Д. Воронину и М. С. Кузнецову.					

При этом фактор дисперсности ( $K_d$ ) уменьшился, что свидетельствует о возрастании прочности макроструктуры аллювиальных почв под влиянием насаждений. Одновременно с уменьшением факторов дисперсности увеличились показатели факторов структурности ( $K_c$ , %), гранулометрические показатели структурности ( $K_g$ , %) и показатели степеней агрегирования ( $K_a$ , %).

Фактор структурности характеризует водоустойчивость микроагрегатов, гранулометрический показатель структурности – соотношение активных механических элементов, обладающих цементирующей способностью и принимающих участие в коагуляции, и пассивных элементов. Агрегирование механических элементов оказывает влияние на физические свойства: увеличивается пористость; улучшаются другие свойства почв, определяющие их противоэрозионную способность. В результате показатель противоэрозионной стойкости (ППС) существенно повысился.

Под пойменной полеззащитной полосой (проба 4) такого улучшения микроагрегатного состояния верхнего слоя почв не зафиксировано, так как это насаждение не участвует в аккумулятивных процессах.

Водопрочность агрегатов слоя 0–20 см аллювиальных почв, а также их водно-физические свойства приведены в таблице 4.

По данным таблицы 4 аллювиальные почвы под многолетними тра-

вами, как на днище балки, так и на пойме характеризуются одинаковым количеством водопрочных агрегатов. При этом практически равны между собой плотность и пористость слоя почв 0–20 см. Все это подтверждает идею взаимосвязи «балка – долина» [12].

**Таблица 4 – Водопрочность агрегатов и водно-физические свойства слоя 0–20 см аллювиальных почв**

Вариант	Влажность, %	Водопрочные агрегаты (> 1 мм) по Бакшееву, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Пористость, %
			твёрдой фазы	сухой почвы	
Аккумулятивное образование на днище балки					
Многолетние травы	16,15	69,4	2,52	1,16	54,0
Донное лесное насаждение (проба 1)	20,38	78,0	2,48	1,10	55,6
Пойма малой реки					
Многолетние травы	20,52	68,4	2,39	1,17	51,0
Полезная лесная полоса (проба 4)	15,46	65,2	2,49	1,18	52,6

Необходимо отметить, что донное лесное насаждение в балке способствует снижению плотности верхнего слоя аллювиальных почв, а пойменная лесная полоса – нет.

Следовательно, проведение лесомелиоративных мероприятий на днищах балок усиливает формирование эрозионно-аккумулятивных пространств, имеющих определенную общность с поймами малых рек. Это дает основание называть эти пространства балочными псевдопоймами, под которыми мы понимаем аккумулятивные образования, возникшие в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности временных водотоков на днищах балок.

### **Выводы**

1 Эрозионно-аккумулятивные пространства (псевдопоймы) овражно-балочных систем формируются в результате деятельности временных водотоков на днищах, включающей активизацию гравитационных процессов на подмываемых бортах балок (оползни, осыпи, осы). Донные лесные насаждения (байрачные леса и перелески, насаждения-илофильтры и др.),

предназначенные для усиления процессов аккумуляции и сокращения донной эрозии, могут способствовать нежелательной перестройке псевдопоймы в результате возникновения и изменения плановых положений русел временных водотоков.

2 Определены основные положения на псевдопоймах русел временных водотоков, связанных с донными лесными насаждениями:

- слабовыраженное, местами полностью исчезающее русло временного водотока под пологом насаждения на относительно плоском аккумулятивном пространстве днища балки;

- русло временного водотока, совпадающее с балочным тальвегом под пологом донного лесного насаждения, которое не выполняет свое основное предназначение (усиление процессов аккумуляции, подавляющих донный размыв);

- русла временного водотока, обходящие насаждения-илофильтры или байрачные перелески, которые при этом исключаются из процессов формирования псевдопойм.

3 Предложены способы увеличения аккумулялирующей способности с подавлением донной эрозии балочными лесными насаждениями путем усиления их плетневыми полузапрудами, предупреждающими русловый обход или распылителями стреловидной формы, выводящими сток из тальвега на прирусловые террасы днища.

4 Определена общность формирования псевдопойм балок и пойм малых рек в результате их одинакового микроагрегатного состояния, водопрочности структуры и водно-физических свойств верхних слоев аллювиальных отложений. При этом установлено, что донные лесные насаждения в балках способствуют улучшению состава и свойств аллювиальных почв псевдопойм, в то время как полезачитные лесные полосы высокой поймы малой реки существенно не влияют на состав и свойства аллювиальных почв.

### Список использованных источников

- 1 Козменко, А. С. Борьба с эрозией почв: монография / А. С. Козменко. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 207 с.
- 2 Сергеев, А. В. Голоценовая история развития балочных форм рельефа / А. В. Сергеев // Наука о Земле. – 2006. – № 11. – С. 127–136.
- 3 Бондарев, В. П. Гидролого-морфометрические характеристики овражно-балочных систем центра Русской равнины / В. П. Бондарев, Е. Ф. Зорина, С. Н. Ковалев // Геоморфология. – 2000. – № 2. – С. 52–58.
- 4 Девятова, Т. А. Изменение почвенного покрова и свойств почв по элементам рельефа балочных водосборов Воронежской области / Т. А. Девятова, С. Н. Божко // Вестник ВГУ, Серия: химия, биология, фармация. – 2012. – № 1. – С. 77–83.
- 5 Лотоцкий, Г. И. Современное рельефообразование в Саратовском Поволжье: метод. пособие [Электронный ресурс] / Г. И. Лотоцкий. – Режим доступа: [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/698.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/698.pdf).
- 6 Ивонин, В. М. Лесомелиорация ландшафтов: учебник / В. М. Ивонин; Новочеркасская государственная мелиоративная академия. – Новочеркасск, 2010. – 170 с.
- 7 Калиниченко, Н. П. Противоэрозионная лесомелиорация: монография / Н. П. Калиниченко, И. Г. Зыков. – М.: Агропромиздат, 1986. – 279 с.
- 8 Florineth, F. Pflanzen statt Beton: Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik / F. Florineth. – Verlag: Patzer, 2004. – 272 s.
- 9 Hacker, E. Ingenieurbiologie / E. Hacker, R. Johannsen. – Stuttgart (Hohenheim) Ulmer, 2012. – 383 s.
- 10 Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
- 11 Практикум по почвоведению / И. С. Кауричев [и др.]; под ред. И. С. Кауричева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 272 с.
- 12 Скоморохов, А. И. О взаимосвязи овраг – балка – долина / А. И. Скоморохов // Геоморфология. – 2000. – № 3. – С. 25–34.

### References

- 1 Kozmenko A.S., 1957. *Borba s eroziyey: monografija* [Soil Erosion Control: monograph.]. Moscow, Selkhozgiz Publ., 207 p. (In Russian).
- 2 Sergeev A.V., 2006. *Golotsenovaya istoriya razvitiya balochnykh form relefa* [Holocene's history of developing ravine forms]. *Nauka o zemle* [Earth Sciences], no. 11, pp. 127-136. (In Russian).
- 3 Bondarev V.P., Zorina Ye.F., Kovalev S.N., 2000. *Gidrologo-morfologicheskie kharakteristiki ovrazhno-balochnykh sistem tsentra Russkoy ravniny* [Hydrological and morphometric characteristics of gullies and ravines systems of the Russian Plain centre]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], no. 2, pp. 52-58. (In Russian).
- 4 Devyatova T.A., Bozhko S.N., 2012. *Izmenenie pochvennogo pokrova i svoystva pochv po elementam relefa balochnykh vodosborov* [Changes of land cover and soil properties according to the gully watershed relief elements of Voronezh Region]. *Vestnik VGU, Seriya khimiya, biologiya, farmatsiya* [Bulet. of Voronezh State University, series: chemistry, biology, pharmacy], no. 1, pp. 77-83. (In Russian).
- 5 Lototskiy G.I. *Sovremennoe relefoobrazovanie v Saratovskom Povolzh'ye: metod. posobie* [Modern relief in Saratov Volga region: handbook], available: [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/698.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/698.pdf). (In Russian).

6 Ivonin V.M., 2010. *Lesomelioratsiya landshaftov: uchebnik* [Forest Reclamation of Landscapes: the textbook]. Novocherkassk State Reclamation Academy, Novocherkassk, 170 p. (In Russian).

7 Kalinichenko N.P., Zykov I.G. 1986. *Protivoerozionnaya lesomelioratsiya: monografija* [Conservation Forest Reclamation: monograph]. Moscow, Agropromizdat Publ., 279 p. (In Russian).

8 Florineth F., 2004. *Pflanzen statt Beton: Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik*. Verlag: Patzer, 272 p. (In German).

9 Hacker E., Johannsen R., 2012. *Ingenieurbiologie*. Stuttgart (Hohenheim) Ulmer, 383 p. (In German).

10 Vadyunina A.F., Korchagina Z.A., 1986. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv* [Research Methods of Soil Physical Properties]. Moscow, Agropromizdat Publ., 416 p. (In Russian).

11 Kaurichev I.S., 1980. *Praktikum po pochvovedeniyu* [Workshop on Soil Study]. 3<sup>rd</sup> ed., rev. and ext., Moscow, Kolos Publ., 272 p. (In Russian).

12 Skomorokhov A.I. 2000. *O vzaimosvyazi ovrag – balka – dolina* [On relationship between gully – ravine – valley]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], no. 3, pp. 25-34. (In Russian).

---

### **Ивонин Владимир Михайлович**

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Ученое звание: профессор

Должность: профессор кафедры лесоводства и лесных мелиораций

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: Ivoninforest @yandex.ru

### **Ivonin Vladimir Mikhaylovich**

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Title: Professor

Position: Professor of the Chair of Forestry and Forest Melioration

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute of Don State Agrarian University

Affiliation address: st. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: Ivoninforest@yandex.ru