

УДК 630\*181.1:630\*114.32

## ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ НА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

М. Л. Сиземская<sup>1</sup>, М. М. Елекешева<sup>2</sup>, М. К. Сапанов<sup>1</sup>

*Институт лесоведения РАН*

<sup>1</sup> *Россия, 143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, Советская, 21*

*E-mail: sizem@mail.ru*

<sup>2</sup> *Российский государственный аграрный университет –*

*МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Россия, 127550, Москва, Тимирязевская, 49*

Поступила в редакцию 20.03.2019 г., после доработки 11.05.2019 г., принята 30.10.2019 г.

*Сиземская М. Л., Елекешева М. М., Сапанов М. К.* Формирование лесных биогеоценозов на нарушенных землях Северного Прикаспия // Поволжский экологический журнал. 2020. № 1. С. 86 – 98. DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-1-86-98>

Анализируются особенности, тренды и скорости развития новых лесных биогеоценозов на антропогеннонарушенных землях, в частности неиспользуемом пруду, созданном на тяжелосуглинистом субстрате в полупустыне Северного Прикаспия. На ранней стадии спонтанного зарастания пруда наибольшее влияние на его развитие оказало наличие источника семян в 300 м – дендрария Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН со 120 видами интродуцированных древесных и кустарниковых растений. Первоначально на днище заброшенного пруда внедрились 34 пионерных вида, к 2018 г. сохранилось 29. Выявлено формирование интразональных ивово-лохово-тополевых сообществ квазитугайного типа с сорнотравно-влажно-луговым травостоем. На их развитие оказали влияние замкнутость существования, саморегуляция при довольно нестабильных условиях увлажнения, обусловленных периодическими затоплением тальми снеговыми водами и заболачиванием. Произошла дифференциация верхней части выведенной на поверхность материнской породы. Сформировалась лесная подстилка из слаборазложившихся листьев и веточек деревьев мощностью 1-2 см, запас которой в настоящее время довольно существенный и составляет  $0.953 \pm 0.196$  кг/м<sup>2</sup>, а зольность достигает 13.85%. В составе золы абсолютно преобладает Са, на порядок меньше содержание Mg, Fe, К. Образовался гумусовый горизонт, изменилась глубина вскипания. В целом почти за 40 лет зарастания ранее бесплодный субстрат приобрел черты слаборазвитой почвы, которая характеризуется проявлением гумусово-аккумулятивного процесса, постепенной гумификацией органического вещества и декарбонатизацией материала. Компактные разнообразные по структуре спонтанно возникающие саморазвивающиеся лесные биогеоценозы могут существенно преобразить нарушенные полупустынные территории. Особенности их строения и формирующийся видовой состав позволяют обоснованно подходить также к выбору предпочтительных для озеленения видов.

*Ключевые слова:* формирование биогеоценозов, нарушенные территории, интразональные условия, квазитугай, слаборазвитая почва.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-1-86-98>

## ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственное освоение полупустынных земель междуречья Волги и Урала на Прикаспийской низменности существенно преобразило ландшафты этой территории, однако помимо ее целенаправленного культурного использования здесь все чаще встречаются заброшенные искусственные понижения – выемки (карьеры, каналы, пруды, траншеи и др.). Эти понижения рельефа часто зарастают древесно-кустарниковой растительностью вследствие лучшей влагообеспеченности относительно окружающей безлесной территории. Подобные участки являются интересными объектами для изучения процессов первичных сукцессий и почвообразования. Обычно известно время их возникновения, что позволяет, зная «старт-момент», проследить на протяжении многих лет особенности, тренды и скорости формирования почвенно-растительного покрова на изначально безжизненном субстрате (Сиземская и др., 1995; Сиземская, Сапанов, 2002; Димеева, 2007; Сиземская, 2013; Ахмеденов, Ажахова, 2018). В этой связи приводятся результаты почти 40-летнего непрерывного мониторинга формирования почвенного и растительного покрова на таком ключевом участке, расположенном на территории Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе представлены некоторые итоги изучения формирования естественного лесного биогеоценоза и профиля первичных почв на днище понижения размером 35×45 м и глубиной 3 м, вырытом в 1979 г. Первоначально здесь предполагалось создать пруд, но его искусственно наполнили водой только однажды в 1980 г., после чего он был брошен и начал постепенно зарастать (рис. 1).

Объект находится на территории агролесомелиоративного комплекса Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН в глинистой полупустыне Северного Прикаспия на границе Волгоградской области и Республики Казахстан. Почти треть его площади пришла на почвы солонцового комплекса, в структуре которого проявляется трехчленность: на микроповышениях с солончакowymi солонцами, содержащими в почвенном профиле до 3% легкорастворимых солей, доминируют сообщества полукустарничков – *Kochia prostrata*, *Artemisia pauciflora* (латинские названия растений приведены по работе К. С. Черепанова (1995)). В понижениях рельефа с незасоленными лугово-каштановыми почвами господство принадлежит злакам и разнотравью, а на



Рис. 1. Вид пруда, заросшего древесно-кустарниковой растительностью, 2018 г.

микросклонах с солонцеватыми светло-каштановыми почвами – *Tanacetum achilleifolium*, *Leymus ramosus* и *Agropyron desertorum* (Каменецкая, 1952; Роде, Польский, 1961; Оловяннаякова, 2004; Новикова и др., 2004).

Мониторинг состояния растительного покрова проводили ежегодно, начиная с 1981 г., изучение почвенного покрова на днище – с интервалом в 7 – 10 лет в 1992, 2002, 2011 и 2018 гг. Были использованы общепринятые в лесоведении, почвоведении, экологии методы проведения полевых исследований.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При создании пруда был удален весь плодородный слой и почвенная толща, на поверхность выведена материнская порода, лишенная питательных веществ, в которой содержание гумуса не превышало 0.1%, поэтому изначально почвогрунт был малопродуктивным субстратом для поселения растительности. Склоны пруда были сформированы из перемещенного грунта и содержали значительное количество легкорастворимых солей (до 3%). В дальнейшем на бесплодном субстрате днища этого понижения рельефа за счет дополнительного увлажнения от снегонакопления сложился благоприятный водный режим для влаголюбивой растительности. Периодические наблюдения за влажностью позволили выявить хорошую влагозарядку грунта на днище: здесь влажность верхней толщи составляет в среднем 20 – 23% и соответствует наименьшей влагоемкости, а запас продуктивной влаги в слое 0 – 2 м достигает высоких величин (400 мм). Уровень грунтовых вод находится на глубине 1.8 – 2.0 м, а их минерализация не превышает 0.9 г/л, состав – гидрокарбонатно-кальциевый. Это способствовало спонтанному вселению пионерных видов древесной и травянистой растительности.

*Формирование растительного покрова.* С первого года после прекращения искусственного заполнения водой пруда (1980 г.) поверхность днища и откосы начинают активно осваиваться не только тростником (*Phragmites australis* Trin. ex Steud.), но и некоторыми видами деревьев и кустарников: появляется самосев лоха остроплодного (*Elaeagnus oxycarpa* Schlecht.), тополей чёрного (*Populus nigra* L.) и белого (*Populus alba* L.), ивы каспийской (*Salix caspica* Pall.) и др. Интенсивное зарастание пруда началось в 1985 – 1986 гг. На днище ежегодно поселялся самосев анемо- и зоохорных видов деревьев и кустарников, семена которых поступали из расположенного на расстоянии около 300 м дендрария Джаныбекского стационара, насчитывающего более 120 видов древесных и кустарниковых растений (Сенкевич, Оловяннаякова, 1996). С 1993 г. на участке днища пруда наиболее представленной породой являлся лох остроплодный. Он образовал фрагментарный полог высотой 5-6 м. Доминирование лоха объясняется его широкой экологической амплитудой, солеустойчивостью и хорошей приспособляемостью к изменяющимся условиям внешней среды (Никитин, 1966; Связева, 1986). На южном участке днища второй по распространению породой являлась ива каспийская, представленная кустами из 10 – 18 побегов высотой 4-5 м. Было отмечено несколько экземпляров тополя чёрного высотой 4 – 6 м, один экземпляр – высотой 8 м и диаметром 12 см. Единично встречались 3 – 5-летние ясени пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.), каркас западный (*Celtis occidentalis* L.), берест (*Ulmus carpinifolia*

С. Koch.), яблоня сливолистная (*Malus prunifolia* Borkh.), вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.), тополя чёрный и белый, черёмуха виргинская (*Padus virginiana* (L.) Mill.), 3 вида боярышника (*Crataegus monogyna* Jacq., *C. submollis* Sarg., *C. korolkowii* L. Henry). Формировался подлесок высотой 1-2 м из смородины золотой (*Ribes aureum* Pursh.), барбариса обыкновенного (*Berberis vulgaris* L.), жимолости татарской (*Lonicera tatarica* L.), шиповника (*Rosa* sp.), крушины слабительной (*Rhamnus cathartica* L.), ирги (*Amelanchier spicata* Koch.). Всего было отмечено 34 вида деревьев и кустарников. Практически все они приурочены к нижним частям склонов. На самом днище встречались 5 – 7 видов (Сиземская и др., 1995).

В начале 1990-х гг. древесно-кустарниковая растительность находилась в стадии формирования, о чем свидетельствовало и четкое вертикальное смыкание разных по возрасту и составу растений, образующих в целом сообщества зарослевого характера.

Травяной покров таких древесно-кустарниковых зарослей имел неравномерное сложение и был представлен большей частью лугово-болотными видами, сформировавшими здесь куртины высокотравья из тростника, вейника наземного (*Calamagrostis epigejos* (L.) Poth), зюзника высокого (*Lycopus exaltatus* L. fil.), кипрея жилковатого (*Epilobium nervosum* Boiss. et Buhse), астры иволистной (*Aster salignus* Willd.). Деревья и кустарники нередко были густо оплетены ясенником цепким (*Galium pseudorivale* Tzvel.), паслёном сладко-горьким (*Solanum dulcamara* L.).

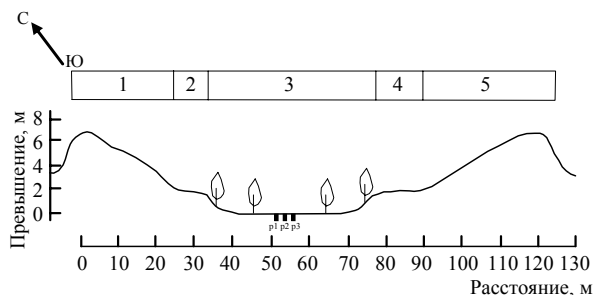
На более осветленных участках под разреженным древесно-кустарниковым пологом можно было встретить небольшие куртинки из лютика ползучего (*Ranunculus repens* L.), дубровника чесночного (*Teucrium scordium* L.), лапчатки (*Potentilla supina* L.), горца мягкого (*Polygonum mite* Schrank.); на микроповышениях – группировки из мезофильно-луговых видов: пырея ползучего (*Elytrigia repens* (L.) Nevski.), девясила иволистного (*Inula salicina* L.), котовника мятного (*Nepeta cataria* L.). Здесь же нередко были пахотно-пастбищные сорняки, зачатки которых заносятся скотом с прилегающих к пруду пастбищ и расположенных неподалеку пашен: осот полевой (*Sónchus arvensis* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), куриное просо (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), щетинник зелёный (*Selaria viridis* (L.) Beauv.), дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium* L.) и другие (Сиземская и др., 1995). Особенности травяной растительности днища являлись куртинное распределение, бурьянистый характер травостоя, обилие сорных видов, что свойственно пионерным группировкам и характерно для начальных стадий формирования растительности.

Говорить о становлении сообществ как на склонах, так и на днище через 10 – 15 лет зарастания пруда было еще рано, поскольку растительность склонов была крайне разрежена, а на днище представлена практически недифференцированными, бедными по составу зарослями. Можно было лишь предвидеть в какой-то мере пути развития последних. Предполагалось, что на склонах в зависимости от экспозиции растительность будет развиваться по степному зональному типу (Сиземская и др., 1995), что обычно характерно для восстановительных сукцессий в этом регионе (Джапова, 2007; Новикова и др., 2018). Однако на днище природный комплекс уже тогда «встал» на путь развития по типу так называемых тугаев – интразональных образований пустынной зоны, представляющих собой сочетания при-

речных древесно-кустарниковых зарослей с луговыми болотными группировками (Растительный покров..., 1956). Для них характерны встреченные на днище виды: тростник, вейник наземный, подорожник большой, лютик ползучий, горец мягкий. Нами было отмечено 34 вида травянистых растений, половина из которых представлена сорняками (Сиземская и др., 1995). В настоящих естественных тугаях видами-доминантами выступают тополя с примесью ивы (несколько видов), лоха, гребенщика. Под полог леса проникают барбарис, крушина, жимолость, шиповник, тростник (Коровин, 1961). В ряде районов пустынной зоны встречаются лоховники ивовые крупнотравные влажно-луговые (Никитин, 1966). Аналогичные виды были отмечены нами на днище бывшего пруда.

В 1994 г. после многоснежной зимы и интенсивного снеготаяния произошло затопление пруда. Вода стояла на высоте 1 м над поверхностью земли более 4 месяцев, что привело к вымоканию и гибели многих видов. Исчезают некоторые представители разнотравья, отдельные виды древесной и кустарниковой растительности, не выдерживающие длительного затопления (клён Семенова, тамарикс, бузина, дерен белый и др.). Именно с этого периода происходит резкое обеднение биологического разнообразия формирующихся биогеоценозов и в то же время ускорение прохождения бурьянистой стадии формирования растительного покрова.

К началу 2000-х гг. насчитывалось около 30 видов, среди которых преобладали лох, тополя белый и чёрный, ива каспийская, на склонах пруда – смородина золотая, барбарис обыкновенный, жимолость татарская, шиповник, боярышники, ирга, крушина. Появляется терн (*Prunus spinosa* L.) – аборигенный вид, встречающийся в здешних балках и озерных котловинах. На днище особенно усилил свои позиции тополь белый, сформировавший пологое разновозрастное клоновое насаждение, занимающее около 50% площади участка. Средняя высота куртин составляет 13 м, а некоторые экземпляры достигают 20 – 22 м при диаметре 55 см. Лох и ива занимают по 10% площади, а 30% представлены «окнами» с единичным



**Рис. 2.** Схема поперечного сечения пруда. Растительные сообщества, 2018 г.: 1 – солянково-белопопынное; 2 – полынно-типчаково-разнотравное; 3 – ивово-лохово-тополовое с зюзниково-вейниковым-влажно-луговым разнотравьем; 4 – ромашниково-типчаково-полынное; 5 – белопопынно-типчаковое с солянкой лиственничной; p1, p2, p3 – почвенные разрезы

1 – 3-летним самосевом тополей чёрного и белого. Напочвенный покров представлен влажно-луговыми растительными группировками с участием тростника, вейника, режы – зюзника (рис. 2).

Необходимо отметить, что изучаемый пруд – не единственный на этой территории междуречья Волги и Урала, похожие заброшенные объекты встречаются довольно часто. Нами отмечено повсеместное появление лоха, ив и тополей в искусственных понижениях рельефа,

## ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

особенно при наличии в них воды (пруды, каналы). В частности, заселение древесно-кустарниковой растительностью тугайного облика с преобладанием ивы белой (*Salix alba* L.) и двух видов тополей (чёрного и белого) было описано в похожем понижении рельефа в Западном Казахстане (Ахмеденов, Ажахова, 2018). Видовой состав обусловлен расположением этого объекта в 40 км от пойменных лесов р. Урал, что указывает на естественные причины внедрения аборигенных видов, произрастающих здесь в интразональных гидроморфных условиях. Кроме этого, тополя и ивы часто появляются вдоль береговой линии по урезу воды межженного уровня многочисленных каналов и прудов, что препятствует их нормальной эксплуатации.

Как видим, описанный нами ключевой участок не является уникальным, так как аналоги часто встречаются на рассматриваемой территории, что указывает на единый механизм зарастания анемо- и зоохорной древесно-кустарниковой растительностью искусственно созданных влажных условий местопроизрастаний.

На этом участке в течение почти 40 лет сохраняется интразональный характер и квазитугайный облик лесного биогеоценоза на фоне усиления внутривидовой и межвидовой конкуренции с увеличением возраста основных лесобразующих пород. На современном этапе нет никаких оснований полагать, что жизненный цикл этого спонтанно сформировавшегося лесного биогеоценоза будет скоротечным, несмотря на доминирующее влияние водного фактора, который определяется особым гидрологическим режимом участка (значительным колебанием уровня грунтовых вод из-за периодического затопления этого понижения тальми водами).

*Формирование почвенного покрова.* Спонтанное появление растительности, особенно древесной и кустарниковой, оказало существенное влияние на трансформацию исходного субстрата, который имел среднесуглинистый гранулометрический состав, неясно-глыбистую структуру, палево-бурую окраску, бурно вскипал от HCl. Уже через 10 лет освоения днища растениями было выявлено формирование признаков первичной почвы: накопление подстилки, некоторая дифференциация морфологического профиля. В дальнейшем процессы аккумуляции и трансформации органического вещества усилились.

На современном этапе выявляются следующие особенности строения морфологического профиля формирующейся почвы (таблица).

Некоторые свойства слаборазвитых почв

Горизонт	Глубина, см	C <sub>орг</sub> , %	pH водный	Сумма солей, %	Фракция < 1 мкм	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
						ммоль экв./100 г			
W	0–2	0.67	7.3±0.2	0	11±3	26.6±13.6	3.7±0.7	0.41±0.02	0.10±0.03
C1ca	2–7	0.50	8.0±0.2	0.41	15±1	21.9±4.7	2.8±1.4	0.22±0.07	0.09±0.01
C2ca,cs <sup>2</sup>	7–15	0.20	8.1±0.1	0.41	18±1	19.3±1.4	6.2±5.8	0.09±0.02	0.17±0.18
C3ca,cs <sup>2</sup>	15–25	0.10	8.0±0.1	0.91	16±1	17.4±2.9	8.0±0.4	0.06±0.02	0.26±0.13

*Примечание.* Средние значения ± доверительный интервал при P = 0.9, n = 3.

Сверху четко выделяется горизонт подстилки из слаборазложившихся листьев и веточек деревьев мощностью 1-2 см, запас которой в настоящее время довольно существенный и составляет 0.953±0.196 кг/м<sup>2</sup>, а зольность достигает 13.85%. В составе золы абсолютно преобладает Ca (26015 мг/кг), на порядок меньше содер-

жание Mg, Fe, K. Под подстилкой сформировался коричневато-темно-серый гумусовый горизонт W мощностью 1-2 см, который имеет хорошо выраженную комковато-порошистую структуру, не вскипает, густо переплетен корнями растений. Содержание  $C_{орг}$  составляет 0.67%. Для этого горизонта характерно проявление гумусо-аккумулятивного накопления грубого органического вещества типа *moder* и активное зоогенное оструктуривание, вызванное воздействием всех форм микроорганизмов – бактерий, грибов, актиномицетов, диатомовых и других почвенных водорослей, цианобактерий, а также нематод и некоторых простейших (Лебедева и др., 2014). При этом грибной компонент преобладает над бактериальным в соотношении 2.1 : 1 (Приходько, Сиземская, 2015). Это согласуется с утверждением, что увеличение количества грибов в почве способствует секвестированию (запасанию) почвенного углерода (Bailey et al., 2002).

Ниже выделяется фрагментарно выраженный комковато-порошисто-мелкозернистый серовато-светло-бурый горизонт C1ca мощностью 2-3 см с признаками элювирования (осветления минеральной массы), который отличается сильным вскипанием, появлением мелкокристаллических гипсовых новообразований. На глубине 5 – 7 см он сменяется палево-бурым плитчато-ореховато-зернистым средним суглинком, который на глубине 15 – 17 см переходит в исходную материнскую породу, содержащую прослой гипсовых друз. Выявленные процессы биогенной трансформации минеральной и органо-минеральной почвенной массы затронули верхние 15 см (Лебедева и др., 2014).

По особенностям строения морфологического профиля его можно отнести к гумусово-аккумулятивному слабощелочному карбонатному типу (Абакумов, 2012), отделу слаборазвитых почв в современной классификации почв России (Классификация..., 2000).

Таким образом, за 30 – 40-летний период произошла дифференциация верхней части выведенной на поверхность материнской породы. Сформировалась лесная подстилка, образовался гумусовый горизонт, изменилась глубина вскипания, что является проявлением гумусово-аккумулятивного процесса и постепенной гумификации органического вещества, а также декарбонатизации материала. При этом формирование гумусового горизонта происходило со скоростью ~ 0.5 мм в год, а скорость накопления  $C_{орг}$  оценивается как ~ 0.01 г/100 г почвы в год.

Почвенно-грунтовая толща до глубины > 80 см содержит небольшое количество нетоксичных легкорастворимых солей преимущественно сульфатного состава, количество обменного  $Na^+$  не превышает 1 ммоль экв/100 г. В верхнем горизонте в составе обменных оснований возрастает содержание  $K^+$ , обязанное его поступлению с тальми водами. Средние значения pH ни в одном из горизонтов не достигают 8.1, что свидетельствует об отсутствии содового засоления (см. таблицу). Трансформационные процессы почвообразования затронули даже такую консервативную часть почвы, как ее минеральный состав. Выявлено обеднение верхнего горизонта W илстой фракцией за счет преимущественного выноса минералов смектитовой группы с частичной вермикулитизацией хлоритов (Соколова и др., 2013). Это свидетельствует об увеличении числа обменных позиций в кристаллической решетке и, соответственно, емкости катионного обмена. Все это от-

## ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

ражает более глубокие процессы природного регенерационного педогенеза, приводящие к формированию в этих условиях почв, скорее, каштанового типа, не несущих признаков солонцеватости.

В целом представленный материал позволяет обоснованно расширить списки видов для озеленения в гидроморфных условиях аридных регионов, а также рекомендовать создание в неиспользуемых выемках рельефа искусственных лесных насаждений рекреационного назначения из лоха, тополей, ив, ягодных кустарников, декоративных мезофильных травянистых растений (Способ лесомелиоративной рекультивации земель, 2010). Компактные, разнообразные по структуре, функциональному назначению и видовому составу, такие устойчивые и долговечные лесонасаждения могут существенно преобразить нарушенные территории.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При освоении исконно безлесной территории междуречья Волги и Урала проявляются многочисленные искусственные понижения в рельефе (каналы, пруды, траншеи и др.), которые часто спонтанно заселяются деревьями и кустарниками. Такое заселение имеет свои закономерности, которые прослежены на зарастании днища неиспользуемого пруда в полупустыне Северного Прикаспия, вблизи которого расположен дендрарий.

Вначале скорость развития пионерных фитоценозов была довольно значительна: за первые 10 – 15 лет спонтанного зарастания участка здесь внедрилось более 60 видов растений, из которых 34 – представители древесно-кустарниковой растительности. С течением времени на фоне длительных затоплений, колебаний уровня грунтовых вод и увлаженности грунта произошло некоторое сокращение видового разнообразия (до 29 видов деревьев и кустарников). Сохранились виды, проявляющие большую устойчивость к длительному воздействию неблагоприятных факторов среды (ивы, тополя), или способные к быстрому завоеванию утраченных позиций за счет интенсивного размножения, как семенного, так и вегетативного (лох, тополя). В целом почти за 40 лет сформировался интразональный ивово-лохово-тополевый древостой квазитугайного типа с сорнотравно-влажнотравным травяным покровом. При этом бесплодный субстрат приобрел черты слабообразованной почвы, которая характеризуется проявлением гумусово-аккумулятивного процесса, постепенной гумификацией органического вещества и декарбонатизацией материала.

Изученный объект позволил оценить экологический потенциал некоторых видов деревьев и кустарников к созданию естественных лесных экосистем с неопределенно долгим существованием в искусственных понижениях рельефа в исконно безлесной полупустыне Северного Прикаспия.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-04-00246).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абакумов Е. В. Первичные почвы в природных и антропогенных экосистемах : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тольятти, 2012. 48 с.



*Ахмеденов К. М., Ажахова К. Е.* Оценка состояния древесно-кустарниковой растительности степной зоны Западно-Казахстанской области // Наука и образование. 2018. № 2. С. 125 – 133.

*Димеева Л. А.* Закономерности первичных сукцессий Аральского побережья // Аридные экосистемы 2007. Т. 13, № 33 – 34. С. 89 – 99.

*Джапова Р. Р.* Динамика растительного покрова Ергенинской возвышенности и Прикаспийской низменности в пределах республики Калмыкия : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2007. 47 с.

*Каменецакая И. В.* Естественная растительность Джаныбекского стационара // Тр. комплексной научной экспедиции по вопросам полезащитного лесоразведения. 1952. Т. 2, вып. 3. С. 101 – 162.

*Коровин Е. П.* Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Ташкент : Изд-во АН УзССР, 1961. Т. 1. 452 с.

Классификация почв России. М. : Ойкумена, 2000. 235 с.

*Никитин С. А.* Древесная и кустарниковая растительность пустынь СССР. М. : Наука, 1966. 225 с.

*Лебедева М. П., Кутовая О. В., Сиземская М. Л., Хохлов С. Ф.* Микроморфологическая и микробиологическая диагностика первичного почвообразования на днище искусственного понижения в условиях полупустыни Северного Прикаспия // Почвоведение. 2014. № 11. С. 1332 – 1348.

*Новикова Н. М., Волкова Н. А., Хитров Н. Б.* Растительность солонцового комплекса заповедного степного участка в Северном Прикаспии // Аридные экосистемы. 2004. Т. 10, № 22 – 23. С. 9 – 18.

*Новикова Н. М., Конюшкова М. В., Уланова С. С.* Восстановление растительности на мелиорированных солонцовых почвах Приергенинской равнины (Республика Калмыкия) // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24, № 3. С. 67 – 80.

*Оловяникова И. Н.* Динамика продуктивности растительного покрова в Заволжской глинистой пустыне // Бот. журн. 2004. Т. 89, № 7. С. 1122 – 1137.

*Приходько В. Е., Сиземская М. Л.* Базальное дыхание и состав микробной биомассы целинных, агро- и лесомелиорированных полупустынных почв Северного Прикаспия // Почвоведение. 2015. № 8. С. 974 – 983.

Растительный покров СССР. Пояснительный текст к геоботанической карте СССР. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1956. Ч. 2. 972 с.

*Роде А. А., Польский М. Н.* Почвы Джаныбекского стационара, их морфологическое строение, механический и химический состав и физические свойства // Тр. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева. 1961. Т. 56. С. 3 – 214.

*Связева О. А.* Семейство Elaeagnaceae Juss. – лоховые // Ареалы деревьев и кустарников в СССР. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1986. Т. 3. С. 101 – 103.

*Сенкевич Н. Г., Оловяникова И. Н.* Интродукция древесных растений в полупустыне Северного Прикаспия. М. : Наука, 1996. 180 с.

*Сиземская М. Л.* Современная природно-антропогенная трансформация почв полупустыни Северного Прикаспия. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2013. 276 с.

*Сиземская М. Л., Сапанов М. К.* Некоторые подходы к оценке экологического потенциала древесных растений в полупустыне Северного Прикаспия // Поволж. экол. журн. 2002. № 3. С. 268 – 276.

*Сиземская М. Л., Копыл И. В., Сапанов М. К.* Заселение древесно-кустарниковой растительностью искусственных понижений мезорельефа в полупустыне Прикаспия // Лесоведение. 1995. № 1. С. 15 – 23.

## ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

*Соколова Т. А., Толпешта И. И., Сиземская М. Л., Сапанов М. К., Колесников А. В.* Начальные стадии почвообразования на днище искусственного понижения тридцатилетнего возраста в условиях полупустыни // Почвоведение. 2013. № 8. С. 899 – 910.

Способ лесомелиоративной рекультивации земель : пат. 2406285 Рос. Федерация. № 2009120100/21 ; заявл. 27.05.2009 ; опубл. 20.12.2010, Бюл. № 35. 6 с. ; ил.

*Черепанов С. К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. : Мир и семья, 1995. 992 с.

*Bailey V. L., Smith J. L., Bolton H.* Fungal-to-bacterial biomass ratios in soils investigated for enhanced carbon sequestration // Soil Biology and Biochemistry. 2002. Vol. 34, iss. 7. P. 997 – 1007.

М. Л. Сиземская, М. М. Елекешева, М. К. Сапанов

### Formation of Forest Biogeocenoses on Disturbed Lands of the Northern Caspian Region

**Marina L. Sizemskaya**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-7758-1806>; [sizem@mail.ru](mailto:sizem@mail.ru)

**Mira M. Elekesheva**<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-2730-8211>; [sizem@mail.ru](mailto:sizem@mail.ru)

**Mamay K. Sapanov**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-0734-5573>; [sapanovm@mail.ru](mailto:sapanovm@mail.ru)

<sup>1</sup> *Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences  
21 Sovetskaya St., Uspenskoe, Moscow Region 143030, Russia*

<sup>2</sup> *Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy  
49 Timiryazevskaya St., Moscow 127550, Russia*

Received 20 March 2019, revised 11 May 2019, accepted 30 October 2019

Sizemskaya M. L., Elekesheva M. M., Sapanov M. K. Formation of Forest Biogeocenoses on Disturbed Lands of the Northern Caspian Region. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2020, no. 1, pp. 86–98 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-1-86-98>

Features, trends and the rates of formation of new forest biogeocenoses on anthropogenically disturbed lands, in particular, on an unused pond created on heavy loamy soils in the semi-desert of the Northern Caspian region are analyzed. At an early stage of spontaneous pond colonization by vegetation, the maximum influence on its development was exerted by the presence of a seed source 300 meters away – in the Arboretum of the Dzhanybek Research Station of the Institute of Forest Sciences (Russian Academy of Sciences) with 120 species of introduced tree and shrub plants. Initially 34 pioneer species colonized the lower parts of the unused pond, and 29 species survived by 2018. The formation of intrazonal willow-oleaster-poplar communities of a quasitugai type with a grass-wet-meadow association has been revealed. Their development was influenced by geographical isolation, self-regulation under rather unstable moisture conditions caused by occasional flooding by melt snow waters and bogging. A differentiation of the upper part of the soil-forming rock brought to the surface has occurred. The forest leaf litter has been formed from uncut moquette with a thickness of 1–2 cm, reaching currently quite substantial deposits of  $0.953 \pm 0.196 \text{ kg/m}^2$ , with the ash content reaching 13.85%. Ca prevails absolutely in the ash composition; while the amounts of Mg, Fe, and K are significantly lower. A humus horizon has been formed and the soil effervescence depth has changed. In the whole, for almost 40 years of vegetation colonization, the previously infertile substrate has acquired features of an immature soil, which is characterized by manifestation of humus-accumulative process, gradual humification of organic matter and decarbonization of the material. In general, compact, diverse in structure, spontaneously arising self-developing forest biogeocenoses could significantly transform disturbed semi-desert territories. The peculiarities of their structure and the composition of emerging species make it possible to properly choose species preferred for landscaping.

*Keywords:* formation of biogeocenoses, disturbed lands, intrazonal conditions, quasitugai, immature soil.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-1-86-98>

**Acknowledgments:** This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 18-04-00246).

## REFERENCES

Abakumov E. V. *Pervichnye pochvy v prirodnykh i antropogennykh ekosistemakh* [Primary Soils in Natural and Man-made Ecosystems]. Thesis Diss. Dr. Sci. (Biol.). Togliatti, 2012. 48 p. (in Russian).

Akhmedenov K. M., Azhakhova K. E. Assessment of the State of Tree-shrubby Vegetation of the Steppe Zone of the West Kazakhstan Region. *Science and Education*, 2018, no. 2, pp. 125–133 (in Russian).

Dimeyeva L. A. Mechanisms of Primary Successions in the Aral Sea Coast. *Aridnye ekosistemy*, 2007, vol. 13, no. 33–34, pp. 89–99 (in Russian).

Dzhapova R. R. *Dinamika rastitel'nogo pokrova Ergeninskoi vozvysheynosti i Prikaspiiskoi nizmennosti v predelakh respubliki Kalmykiia* [The Dynamics of the Vegetation Cover of Ergeninsky Highlands and the Caspian Lowland within the Republic of Kalmykia]. Thesis Diss. Dr. Sci. (Biol.). Moscow, 2007. 47 p. (in Russian).

Kamenetskaya I. V. Natural Vegetation at the Dzhanlybek Research Station. *Trudy Kompleksnoi Nauchnoi Ekspeditsii po Voprosam Polezashchitnogo Lesorazvedeniia*, 1952, vol. 2, iss. 3, pp. 101–162 (in Russian).

Korovin E. P. *Rastitel'nost' Srednei Azii i Iuzhnogo Kazakhstana* [Vegetation of Central Asia and Southern Kazakhstan]. Tashkent, Izdatel'stvo AN UzSSR, 1961, vol. 1. 452 p. (in Russian).

Klassifikatsiia pochv Rossii [Classification of Russian Soils]. Moscow, Oikumena Publ., 2000. 235 p. (in Russian).

Nikitin S. A. *Drevesnaia i kustarnikovaia rastitel'nost' pustyn' SSSR* [Woody and Shrubby Vegetation of the USSR Deserts]. Moscow, Nauka Publ., 1966. 225 p. (in Russian).

Lebedeva M. P., Kutovaya O. V., Khokhlov S. F., Sizemskaya M. L. Micromorphological and Microbiological Diagnostics of Initial Pedogenesis on the Bottom of an Artificial Mesodepression in the Northern Caspian Semidesert. *Eurasian Soil Science*, 2014, vol. 47, no. 11, pp. 1123–1137.

Novikova N. M., Volkova N. A., Khitrov N. B. Vegetation of the Solonetz Complexes Within Reserved Steppe Patch at North Precaspyi. *Aridnye ekosistemy*, 2004, vol. 10, no. 22–23, pp. 9–18 (in Russian).

Novikova N. M., Konyushkova M. V., Ulanova S. S. Vegetation Restoration on Reclaimed Soils on the Peri-Yerganian Plain (Republic of Kalmykia). *Arid Ecosystems*, 2018, vol. 8, no. 3, pp. 213–224.

Olovyannikova I. N. The Dynamics of Productivity of Vegetation Cover in Transvolga Clay Semidesert. *Botanicheskii Zhurnal*, 2004, vol. 89, no. 7, pp. 1122–1137 (in Russian).

Prikhod'ko V. E., Sizemskaya M. L. Basal Respiration and Composition of Microbial Biomass in Virgin and Agroforest-Reclaimed Semidesert Soils of the Northern Caspian Region. *Eurasian Soil Science*, 2015, vol. 48, no. 8, pp. 852–861.

*Rastitel'nyi pokrov SSSR. Poiasnitel'nyi tekst k geobotanicheskoi karte SSSR* [Vegetation Cover of the USSR: Explanatory Text to the Geobotanical Map of the USSR]. Moscow, Leningrad, Izdatel'stvo AN SSSR, 1956, part 2, pp. 595–730 (in Russian).

Rode A. A., Pol'skii M. N. Soils of the Dzhanlybek Station: Their Morphological Structure, Texture, Chemical Composition, and Physical Properties. *Proceedings of the V. V. Dokuchaev Soil Science Institute*, 1961, vol. 56, pp. 3–214 (in Russian).

Svyazeva O. A. Family Elaeagnaceae Juss. – Sucker. *Arealy derev'ev i kustarnikov v SSSR* [Areas of Trees and Shrubs in the USSR]. Leningrad, Nauka Publ., 1986. vol. 3, pp. 101–103 (in Russian).

Senkevich N. G., Olovyannikova I. N. *Introdukcija drevesnyh rastenij v polupustyne Severnogo Prikaspija* [Introduction of Arboreal Plants in Semideserts of the Northern Caspian Region]. Moscow, Nauka Publ., 1996. 180 p. (in Russian).

Sizemskaya M. L. *The Modern Natural-anthropogenic Transformation of the Soils of the Semidesert of the Northern Caspian*. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2013. 276 p. (in Russian).

Sizemskaja M. L., Sapanov M. K. Some Approaches to Evaluation of Ecological Potential of Woody Vegetation in the Ciscaspian Semidesert. *Povolzhskiy J. of Ecology*, 2002, no. 3, pp. 268–276 (in Russian).

Sizemskaya M. L., Kopyl I. V., Sapanov M. K. Colonization of Artificial Mesorelief Lowlands by Wood and Shrub Vegetation in a Semidesert of the Caspian Sea Region. *Russian Forest Sciences*, 1995, no. 1, pp. 15–23 (in Russian).

Sokolova T. A., Tolpeshta I. I., Sizemskaya M. L., Sapanov M. K., Kolesnikov A. V. Early Stages of Pedogenesis at the Bottom of a 30-Year-Old Artificial Depression Under Semidesert Conditions. *Eurasian Soil Science*, 2013, vol. 46, no. 8, pp. 811–820.

*Method of Forest Reclamation of Lands*: Patent 2406285 Russian Federation. No. 2009120100/21; Application 27 May 2009; Publication 20 December 2010, Bull. No. 35. 6 p. (in Russian).

Cherepanov S. K. *Vascular Plants of Russia and Adjacent States (the former USSR)*. Saint Petersburg, Mir i sem'ia-95 Publ., 1995. 992 p. (in Russian).

Bailey V. L., Smith J. L., Bolton H. Fungal-to-Bacterial Biomass Ratios in Soils Investigated for Enhanced Carbon Sequestration. *Soil Biology and Biochemistry*, 2002, vol. 34, iss. 7, pp. 997–1007.