

Научная статья

УДК 581.552.4 (477.60)  
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.12

## Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса

Анжела Викторовна Калинина<sup>1</sup>

**Аннотация.** Исследованы особенности структуры ценопопуляций (ЦП) адвентивных видов рода *Oenothera* L. в условиях некоторых нарушенных экотопов Донбасса. Установлены фитоценоотические и эколого-демографические характеристики ценопопуляций: экологическая и эффективная плотность, пространственная и онтогенетическая структуры, типы онтогенетических спектров; рассчитаны индекс возрастности ( $\Delta$ ), индекс эффективности ( $G$ ), индекс восстановления ( $I_r$ ). Показано, что ценопопуляции входят в состав формирующихся сообществ с участием от 7 до 12 видов. Экологическая плотность варьирует от 18,6 до 35,4 особей на 1 м<sup>2</sup>. Установлено, что исследованные ценопопуляции *Oenothera salicifolia* Desf. ex G. Don, *Oenothera biennis* L., *Oenothera* × *hoelscheri* Renner et Rostanski являются полночленными нормальными с левосторонними типами спектров. В онтогенетической структуре ценопопуляций преобладают стадии прегенетического периода; для ЦП 1, ЦП 3, ЦП 4 характерно преобладание растений ювенильных стадий, для ЦП 2 – особей имматурного возрастного состояния. По классификации «дельта-омега» все ценопопуляции отнесены к молодому типу, определены как унимодальные. Изученные ЦП адвентивных видов оценены как устойчивые, эффективно самоподдерживаются, так как производят большое количество полноценных семян. Виды активно расселяются и натурализуются в нарушенных местообитаниях, обладают хорошей адаптивностью к экстремальным условиям техногенных экотопов Донбасса. Полученные данные позволяют рассмотреть перспективу использования *Oe. salicifolia*, *Oe. biennis*, *Oe.* × *hoelscheri* для рекультивации нарушенных экотопов.

**Ключевые слова:** ценопопуляция, техногенные экотопы, *Oenothera* L., онтогенетическая структура, адвентивные виды, Донбасс.

**Для цитирования:** Калинина А.В. Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2022. № 3. С. 135–144. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.12

<sup>1</sup> Донецкий национальный университет, аспирант (г. Донецк, Донецкая Народная Республика), a.kalinina@donnu.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.12

## The State of Species of the Genus *Oenothera* L. Cenopopulations in Transformed Ecotopes of Donbass

Angela V. Kalinina<sup>1</sup>

**Abstract.** The features of the structure of cenopopulations of adventitious species of the genus *Oenothera* L. were studied in some disturbed ecotopes of Donbass. There were studied such phytocoenotic and ecological-demographic characteristics of cenopopulations as ecological and effective density, spatial structure, ontogenetic structure and types of ontogenetic spectra of cenopopulations, also were calculated age index ( $\Delta$ ), efficiency index ( $G$ ), recovery index ( $I_r$ ). Cenopopulations (CP) were evaluated by the ratio of age and efficiency indexes and by the ability to self-maintenance. It has been shown that CPs are part of emerging communities with participation from 7 to 12 species. The ecological density varies from 18.6 to 35.4 individuals per 1 m<sup>2</sup>. It was found that the studied cenopopulations of *Oenothera salicifolia* Desf. ex G. Don, *Oenothera biennis* L., *Oenothera* × *hoelscheri* Renner et Rostanski are full-term normal plants with left-sided spectrum type. Stages of the pregenetic period predominate in the ontogenetic structure of cenopopulations: for CP 1, CP 3, and CP 4, plants of the juvenile stages predominate, for CP 2, individuals of the immature age state predominate. All cenopopulations are assigned to the young type and defined as unimodal according to the “delta-omega” classification. The studied CPs of adventitious species are assessed as stable, they self-sustain effectively because a large number of seeds are produced, which give rise to viable individuals. Species spread and naturalize in disturbed habitats actively, they have good adaptability to extreme conditions of technogenic ecotopes of Donbass. The data obtained allow us to make an assumption about the use of *Oe. salicifolia*, *Oe. biennis*, *Oe.* × *hoelscheri* for reclamation of disturbed ecotopes.

**Key words:** cenopopulation, technogenic ecotopes, *Oenothera* L., ontogenetic structure, adventitious species, Donbass.

**For citation:** Kalinina, A. The State of Species of the Genus *Oenothera* L. Cenopopulations in Transformed Ecotopes of Donbass. – Text : electronic // Forestry information. 2022. № 3. P. 135–144. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.12

<sup>1</sup> Donetsk National University, postgraduate student (Donetsk People's Republic, Donetsk), a.kalinina@donnu.ru

## Введение

Адвентизация флоры нарушенных территорий – актуальное научное направление. Трансформированные экотопы представляют собой уязвимые площадки для внедрения чужеродных видов, такие местообитания стали локалитетами флористического загрязнения [1–3].

Донбасс – регион с развитой угольной промышленностью, побочным результатом деятельности которой является образование значительного количества трансформированных экотопов [4–8]: породные отвалы, территории угольных шахт и горно-обогатительных предприятий, а также экотопы, связанные с расширением железнодорожного полотна. Эти нарушенные территории представляют собой «уязвимые резервации» для расселения и натурализации адвентивных видов [1, 2].

Внедрение адвентивных видов в техногенные экотопы способно изменить экологическую обстановку, что играет важную роль на начальных этапах восстановления нарушенных экосистем [9]. Воздействия адвентивных видов могут быть неоднозначными: они способны повлиять на сукцессионные процессы нарушенных экосистем, трансформацию естественных растительных сообществ и даже на ход флорогенеза региона [9, 10].

Мониторинг ценопопуляций (ЦП) адвентивных видов нарушенных местообитаний является актуальным направлением исследований [4, 11]. Для оценки состояния видов в растительных сообществах необходимо применять популяционно-онтогенетический подход [1, 3, 6].

Цель работы – определить особенности эколого-демографической структуры ценопопуляций, перспективных для фиторекультивации видов рода *Oenothera* L., в условиях нарушенных экотопов Донбасса.

Экстремальные экологические условия техногенных экотопов являются причиной разнообразия жизненных состояний особей, что отражается в перестройке возрастной структуры, отклонении от норм роста и развития, нарушении жизненного цикла. Соответственно,

онтогенетическая структура является чувствительным популяционным индикатором [12–14]. На основе изучения онтогенетической структуры можно установить способность к самоподдержанию популяций, их приспособленность к среде обитания, устойчивость существования, а также прогнозировать основные тенденции развития популяций, давать рекомендации по контролю их численности в составе разных сообществ [9, 10, 12, 13].

Род *Oenothera* L. относится к семейству Кипрейные (Onagraceae), североамериканского происхождения. Во флоре Донбасса исследуемые виды *Oenothera salicifolia* Desf. ex G. Don, *Oenothera biennis* L., *Oenothera* × *hoelscheri* Renner et Rostanski имеют статус адвентивных [15, 16]. Они представляют собой 1–2-летние травянистые растения, являются монокарпиками [2, 16] и встречаются на нарушенных экотопах Донбасса [2, 17]. Некоторые виды рода *Oenothera* культивируют, так как они обладают декоративными и лекарственными свойствами. Представители рода *Oenothera* характеризуются хорошо развитой надземной частью, значительной биомассой, что способствует накоплению органического вещества, повышению плодородия почвенных субстратов нарушенных экотопов [2, 16, 18].

## Методика и объекты исследования

Изучены ценопопуляции видов рода *Oenothera* в экотопах Донбасса: ЦП 1 – *Oe. salicifolia*, породный отвал Советского района Макеевки; ЦП 2 – *Oe. salicifolia*, территория шахты Макеевки; ЦП 3 – *Oe. biennis*, породный отвал Горняцкого района Макеевки; ЦП 4 – *Oe.* × *hoelscheri*, железнодорожные пути Макеевки.

Геоботанические и популяционные исследования проводили методом закладки трансект и учетных площадок [19–22]. Фитоценотическая характеристика дана на основании анализа геоботанических описаний. Выявлены особенности онтогенетической структуры ценопопуляций видов рода *Oenothera* нарушенных земель. Определены эффективная (Me) и экологическая (M)

плотность, пространственная структура видов, рассчитаны индекс возрастности ( $\Delta$ ), индекс эффективности ( $\Sigma$ ), индекс восстановления ( $I_v$ ).

Онтогенетические состояния особей адвентивных видов определяли согласно существующей периодизации онтогенеза растений и разработанным методическим подходам [19–25]. При изучении онтогенетической структуры и демографических критериев использованы методы Т.А. Работнова [23], А.А. Уранова [24, 25], Л.Б. Заугольной [19, 22], Л.А. Животовского [12, 14]. Полученные результаты были статистически обработаны с использованием программы Excel. При изучении онтогенетической структуры проростки не учитывали. Следует отметить, что постгенеративный период у видов рода *Oenothera* отсутствует [16].

## Результаты и обсуждение

Обнаруженные ценопопуляции видов рода *Oenothera* L. приурочены к растительным сообществам, которые находятся на разных стадиях антропогенной трансформации.

ЦП 1 – *Oe. salicifolia* сформировалась на породном отвале шахты «Калиновская-Восточная» Советского района Макеевки. Ценопопуляция расположена на уплотненной вершине отвала, занимает площадь около 100 м<sup>2</sup>. Общее проективное покрытие (ОПП) – 50 %. На учетных площадках доминирует вид *Ambrosia artemisiifolia* L., проективное покрытие – 55 %. *Oe. salicifolia* является содоминантом, проективное покрытие – до 40 %. Всего на учетных площадках зарегистрировано 13 видов. Пространственная структура ценопопуляции *Oe. salicifolia* – контагиозная, экологическая плотность –  $35,4 \pm 5,14$  особей/м<sup>2</sup>. Из сопутствующей флоры *Oe. salicifolia* выделены следующие виды: *Oberna. behen* (L.) Ikonn. (проективное покрытие – 15 %), *A. artemisiifolia* L. (50 %), *Echium vulgare* L. (7 %), *Potentilla argentea* L. (5 %), которые зафиксированы на всех учетных площадках. Проективное покрытие остальных выявленных видов не превышает 2 %, это – *Gypsophila s.p.*, *Festuca valesiaca*

Gaudin, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Linaria vulgaris* Mill. Обнаружены также единичные ювенильные особи – *Rosa s.p.* и *Padellus mahaleb* (L.) Vass.

ЦП 2 – *Oe. salicifolia* сформировалась на железнодорожных путях на территории шахты «Калиновская-Восточная» Советского района Макеевки. На момент сбора данных железнодорожные пути, где обнаружена ценопопуляция, не функционировали. ЦП занимает площадь около 50 м<sup>2</sup>. Общее проективное покрытие – около 65 %. Доминантом является *Oe. salicifolia*, проективное покрытие которого – около 35 %. Пространственная структура – контагиозная, плотность *Oe. salicifolia* составляет  $33,4 \pm 2,94$  особей/м<sup>2</sup>. На учетных площадках выявлено 10 видов. Проективное покрытие *E. vulgare* – 10 %, *F. valesiaca* – 8 %, *L. vulgaris* – 5 %, а видов *Rumex crispus* L., *E. repens*, *Persicaria maculosa* S.F. Gray, *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey., *Galium aparine* L., *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC. не превышает 3 %.

ЦП 3 – *Oe. biennis* обнаружена на породном отвале, расположенном на окраине Горняцкого района Макеевки. Ценопопуляция занимает нижнюю часть западного склона отвала, площадь ЦП около 300 м<sup>2</sup>, общее проективное покрытие – 65 %. Доминантом является *O. behen*, проективное покрытие – 55 %. *Oe. biennis* – содоминант, проективное покрытие – 40 %. Плотность *Oe. biennis* составляет  $18,5 \pm 1,9$  особей/м<sup>2</sup>. Пространственное размещение контагиозное. На учетных площадках отмечены 10 видов: *E. vulgare* (проективное покрытие – 15 %), *Chenopodium album* L. (5 %), *F. valesiaca* (5 %), проективное покрытие остальных видов (*E. repens*, *D. tenuifolia*, *Reseda lutea* L., *Consolida arvensis* L., *L. tatarica*) не превышает 1 %.

ЦП 4 – *Oe. × hoelscheri* расположена на железнодорожных путях по ул. Свердлова Горняцкого района Макеевки. Общее проективное покрытие – около 55 %. Площадь популяции примерно 80 м<sup>2</sup>. На учетных площадках зарегистрировано 7 видов. Доминат – *Oe. × hoelscheri*, проективное покрытие составляет около 53 %. Сodomинант – *E. vulgare*, проективное покрытие – 15 %. На учетных площадках обнаружено еще 5 видов, проективное покрытие которых не превышает

2 % (*D. tenuifolia*, *L. tatarica*, *E. repens*, *Berteroa incana* (L.) DC., *Plantago major* L.).

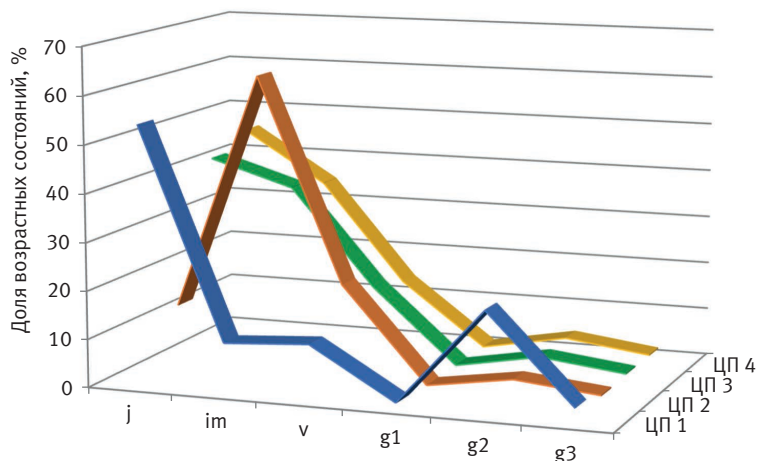
Анализ геоботанических описаний показал, что исследованные ЦП входят в состав формирующихся сообществ с участием от 7 до 12 видов растений, что свидетельствует о повышении конкурентной способности видов в нарушенных местообитаниях. Ранее отмечалось, что на территории Донбасса виды рода *Oenothera* чаще произрастают в виде моновидовых группировок, что может быть причиной низкой конкурентной способности с аборигенными видами [2]. Контагиозное размещение особей указывает на сложные условия существования, проявление адаптивного потенциала видов, так как такой тип существования способствует выживанию растений, увеличивает устойчивость видов.

Экологическая плотность растений (М) в ценопопуляциях колеблется от 18,6 до 35,4 особей/м<sup>2</sup>, при этом значения эффективной плотности (Ме) варьируют от 4,10 до 12,03 особей/м<sup>2</sup> (таблица). Максимальные значения характерны для ЦП 1: экологическая плотность составляет 35,40 особей/м<sup>2</sup>, эффективная – 12,03 особей/м<sup>2</sup>. Минимальные значения наблюдали для ЦП 3: экологическая плотность составляет 18,60 особей/м<sup>2</sup>, эффективная – 4,10 особей/м<sup>2</sup>. Эффективная плотность гораздо меньше экологической, что характерно для молодых популяций.

Все изученные ценопопуляции рода *Oenothera* являются полночленными, отнесены к нормальным. Преобладает прегенетическая

фракция, доля молодой части популяции (j – v) в сумме составляет от 75,41 до 95,53 %.

Доля возрастных состояний ЦП 1 – *Oe. salicifolia*: ювенильные особи (j) – 53,95 %, имматурные особи (im) – 10,16 %, виргинильные особи (v) – 11,3 %, генеративные особи (g<sub>1</sub>) – 0,85 %, (g<sub>2</sub>) – 20,9 %, (g<sub>3</sub>) – 2,84 % (рис. 1). Доля прегенеративных растений от общего числа особей составляет 75,41 %, доля генеративных растений – 24,59 % (см. таблицу). Значительная численность ювенильных растений в популяциях свидетельствует о высоких показателях



**Рис. 1. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ РОДА *OENOTHERA* L. НЕКОТОРЫХ НАРУШЕННЫХ ЭКОТОПОВ ДОНБАССА:**

ЦП 1 – *OENOTHERA SALICIFOLIA* DESF. EX G. DON., ПОРОДНЫЙ ОТВАЛ СОВЕТСКОГО РАЙОНА МАКЕЕВКИ; ЦП 2 – *OENOTHERA SALICIFOLIA* DESF. EX G. DON., ТЕРРИТОРИЯ ШАХТЫ МАКЕЕВКИ; ЦП 3 – *OENOTHERA BIENNIS* L., ПОРОДНЫЙ ОТВАЛ ГОРНЯЦКОГО РАЙОНА МАКЕЕВКИ; ЦП 4 – *OENOTHERA* × *HOELSCHERI* RENNER ER ROSTANSKI, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПУТИ МАКЕЕВКИ

#### ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ РОДА *OENOTHERA* L. НЕКОТОРЫХ НАРУШЕННЫХ ЭКОТОПОВ ДОНБАССА

| № ЦП | Плотность, число особей на 1 м <sup>2</sup> |                 | ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА, %                                |                                                                                      | Индекс возрастнойности, Δ | Индекс эффективности, ω | Индекс восстановления, I <sub>в</sub> |
|------|---------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|      | ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ, М                            | ЭФФЕКТИВНАЯ, МЕ | Доля прегенеративных растений от общего числа особей (j – v) | Доля генеративных растений от общего числа особей (g <sub>1</sub> – g <sub>3</sub> ) |                           |                         |                                       |
| 1    | 35,4                                        | 12,03           | 75,41                                                        | 24,59                                                                                | 0,16                      | 0,34                    | 3,07                                  |
| 2    | 33,4                                        | 8,38            | 95,53                                                        | 4,47                                                                                 | 0,08                      | 0,25                    | 21,33                                 |
| 3    | 18,6                                        | 4,10            | 94,11                                                        | 5,89                                                                                 | 0,08                      | 0,22                    | 16,00                                 |
| 4    | 30,4                                        | 6,38            | 93,75                                                        | 6,25                                                                                 | 0,07                      | 0,21                    | 15,00                                 |



семенного возобновления. Онтогенетический спектр – левосторонний.

Доля возрастных состояний ЦП 2 – *Oe. salicifolia*:  $j$  – 13,13 %,  $im$  – 62,4 %,  $v$  – 20 %,  $g_1$  – 0,29 %,  $g_2$  – 2,99 %,  $g_3$  – 1,19 %. Доля прегенеративных растений от общего числа особей составляет 95,53 %, доля генеративных растений – 4,47 %. Возрастной спектр левосторонний с преобладанием особей прегенеративного состояния. В онтогенетическом спектре ЦП 2 явно преобладают особи имматурного возрастного состояния.

Для ЦП 3 – *Oe. biennis* определен следующий возрастной спектр:  $j$  – 41,71 %,  $im$  – 36,36 %,  $v$  – 16,04 %,  $g_1$  – 0,54 %,  $g_2$  – 3,74 %,  $g_3$  – 1,61 %. Доля прегенеративных растений – 94,11 %, генеративных растений – 5,89 %. Преобладают особи ювенильной стадии, онтогенетический спектр определен как левосторонний.

Онтогенетический спектр ЦП 4 – *Oe. × hoelscheri*:  $j$  – 45,4 %,  $im$  – 34,54 %,  $v$  – 13,81 %,  $g_1$  – 0,66 %,  $g_2$  – 3,95 %,  $g_3$  – 1,64 %. Доля прегенеративных особей – 93,75 %, доля генеративных растений – 6,25 %. Онтогенетический спектр – левосторонний, особи в ювенильном возрастном состоянии преобладают.

В изученных ЦП доля виргинильных особей снижается в сравнении с более ранними стадиями, колеблется от 11,3 до 20,0 %. Уменьшение количества особей в виргинильном состоянии указывает на большую смертность имматурных и ювенильных особей, что может быть связано с низкой конкурентной способностью и жесткими экологическими условиями техногенных экотопов.

По критерию абсолютного максимума исследованные ценопопуляции видов рода *Oenothera* характеризуются наличием одного максимума. Поскольку для ЦП 1, ЦП 3, ЦП 4 максимум приходится на ювенильные особи, а для ЦП 2 – на имматурные, ценопопуляции являются унимодальными.

Важный демографический параметр ценопопуляций – индекс восстановления ( $I_v$ ). Индекс характеризует эффективность самоподдержания ценопопуляций, ее устойчивость. Значения индекса восстановления ( $I_v$ ) для всех изученных ЦП достаточно высоки, варьируют от 3,07 до 21,33 (см. таблицу). Это свидетельствует о том, что ценопопуляции поддерживаются эффективно, т.е. производится большое количество семян, которые должны давать начало жизнеспособным особям.

В ценопопуляции нет особей постгенеративного периода, поэтому индекс восстановления и индекс замещения ( $I_z$ ) равны и составляют от 3,07 до 21,33. Это свидетельствует об устойчивости ценопопуляций и демонстрирует, что на одну гетеративную особь приходится более одного потомка.

Согласно индексам возрастности ( $\Delta$ ) и эффективности ( $G$ ) все изученные ЦП определены как молодые, так как возрастное распределение сосредоточено в начальной части спектра (рис. 2).

## Выводы

Исследования ценопопуляций адвентивных видов *Oe. salicifolia*, *Oe. biennis*, *Oe. × hoelscheri* в условиях нарушенных экотопов Донбасса



**Рис. 2. Размещение ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. на некоторых нарушенных экотопах Донбасса в координатах  $\Delta$  и  $\omega$**

показывают, что ЦП являются полночленными нормальными, онтогенетические спектры одно-вершинные левосторонние. Индексы возрастной ( $\Delta$ ) и эффективности ( $G$ ), учитывающие особи всех возрастных состояний, позволили классифицировать ЦП как молодые. Значения индексов восстановления ( $I_v$ ) для всех изученных ЦП высоки – варьируют от 3,07 до 21,33, что свидетельствует о производстве большого количества семян и эффективном самоподдержании ЦП. Таким образом, исследуемые ценопопуляции являются успешными и устойчивыми. При анализе онтогенетической структуры ЦП отмечена значительная гибель ювенильных и имматурных особей. Причиной этого может быть недостаточная конкурентоспособность видов, а также жесткие экологические условия техногенных экотопов.

Ценопопуляции *Oe. salicifolia*, *Oe. biennis*, *Oe. × hoelscheri* зафиксированы в несформированных сообществах с участием от 7 до 12 видов, что свидетельствует о развивающейся конкурентоспособности ЦП; ранее представители рода *Oenothera* L. чаще встречались на территории Донбасса в моновидовых группировках.

Выявленные закономерности ценопопуляций видов *Oenothera* L. являются показателем их адаптивности к сложившимся условиям произрастания на техногенно нарушенных экотопах. Осуществив дополнительные исследования и исключив угрозу бесконтрольного распространения видов рода *Oenothera* L., можно установить перспективу использования исследованных видов для фиторекультивационных работ и восстановления нарушенных экотопов в Донбассе.

## Список источников

1. Kupiyanov, O. Degree of naturalization of non-native plants on dumps / O. Kupiyanov, A. Kupiyanov, T. Baurjan // BIO Web of Conferences. – 2021. – 31. – 00014. DOI: 10.1051/bioconf/20213100014
2. Тохтарь, В.К. Изучение распространения видов рода *Oenothera* L. в модельных индустриальных регионах Европы / В.К. Тохтарь, С.А. Грошенко // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер.: Естественные науки. – 2012. – № 3 (122). – Вып. 18. – С. 60–65.
3. Морозова, Г.Ю. Изменчивость *Oenothera depressa* (Onagraceae) в различных условиях Хабаровска / Г.Ю. Морозова // Ботанический журнал. – 2018. – Т. 103. – № 5. – С. 630–644. DOI 10.1134/S0006813618050058
4. Сафонов, А.И. Эмпирические критерии фитомониторинга техногенной нагрузки в Донбассе / А.И. Сафонов, А.З. Глухов // Экобиотех. – 2021. – Т. 4. – № 3. – С. 195–202. DOI: 10.31163/2618-964X-2021-4-3-195-202.
5. Safonov, A. Ecological phytomonitoring in Donbass using geoinformational analysis / A. Safonov, A. Glukhov // BIO Web of Conferences. – 2021. – Т. 31. – С. 00020. DOI 10.1051/bioconf/20213100020.
6. Safonov, A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A. Safonov // World Ecology Journal. – 2016. – V. 6. – № 4. – P. 59–71.
7. Жуков, С.П. Растительность отвалов угольных шахт Донбасса / С.П. Жуков // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1–2. – С. 13–17.
8. Калинина, А.В. Геостратегическая визуализация фитоценозов породных отвалов угольных шахт г. Макеевки в условиях самозарастания и рекультивации / А.В. Калинина, Е.А. Гермонова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 28–34.
9. Жукова, Л.А. О некоторых подходах к прогнозированию перспектив развития ценопопуляций растений / Л.А. Жукова, Т.А. Полянская // Вестник ТвГУ. Сер.: Биология и экология. – 2013. – Вып. 32. – № 31. – С. 160–171.
10. Фітооптимізація техногенних ландшафтів / С.П. Швіндлерман, Д.Я. Зацепіна [та інші]. – Донецьк : Юго-Восток, 1999. – 276 с.
11. Сафонов, А.И. Фитомониторинг в техногенно трансформированной среде: методология и практика / А.И. Сафонов, А.З. Глухов // Экосистемы. – 2021. – № 28. – С. 16–28.
12. Османова, Г.О. Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений / Г.О. Османова, Л.А. Животовский // Изв. РАН. Сер.: биологическая. – 2020. – № 2. – С. 144–152. DOI 10.31857/S0002332920020058.
13. Приходько, С.А. Эколого-демографическая структура природных и интродукционных ценопопуляций как индикатор состояния степных фитоценозов / С.А. Приходько, Ю.В. Ибатулина, В.М. Остапко. – Донецк, 2013. – 309 с.
14. Животовский, Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л.А. Животовский // Экология. – 2001. – № 21. – С. 3–7.
15. Остапко, В.М. Сосудистые растения юго-востока Украины / В.М. Остапко, А.В. Бойко, С.Л. Мосякин. – Донецк : Ноулидж, 2010 – 247 с.
16. Мишуров, В.П. Онтогенез ослинника двулетнего при интродукции в подзоне средней тайги Республики Коми / В.П. Мишуров, Н.В. Портнягина, Н.С. Савиновская // Вестник Института биологии Коми НЦ Уральского отделения РАН. – 2005. – № 6(92). – С. 6–9.
17. Тохтарь, В.К. Микроэволюция и инвазивность видов рода *Oenothera* L. в Европе / В.К. Тохтарь // Рос. журн. биологических инвазий. – 2011. – Т. 4. – № 3. – С. 49–61.
18. Остапко, В.М. Структура ценопопуляций степных видов на юго-востоке Украины / В.М. Остапко, Ю.В. Ибатулина. – Донецк : Вебер, Донецкое отд-ние, 2008. – 266 с.
19. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Л.А. Жукова, Л.Б. Заугольнова, О.В. Смирнова [и др.]. – Москва : Наука, 1976. – 217 с.



20. Злобин, Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста : моногр. / Ю.А. Злобин. – Сумы : Университетская книга, 2009. – 239 с.
21. Жукова, Л.А. Изменение возрастного состава популяций луговика дернистого на окских лугах при разной продолжительности выпаса / Л.А. Жукова // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. – Москва : Наука, 1967. – С. 114–131.
22. Заугольнова, Л.Б. Подходы к оценке состояния ценопопуляций / Л.Б. Заугольнова, Л.Б. Денисова, С.В. Никитина // Бюл. Моск. об-ва испытат. природы. Отд. Биологии. – 1993. – 98. – Вып. 5. – С. 100–109.
23. Работнов, Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т.А. Работнов // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3: Геоботаника. – 1950. – Вып. 6. – С. 7–204.
24. Уранов, А.А. Онтогенез и возрастной состав популяций / А.А. Уранов // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. – Москва : Наука, 1967. – С. 3–8.
25. Уранов, А.А. Жизненное состояние вида в растительном сообществе / А.А. Уранов, О.В. Смирнова // Бюл. Моск. об-ва испытат. природы. Отд. Биологии. – 1969. – 65. – Вып. 3. – С. 77–91.

## References

1. Kupiyanov, O. Degree of naturalization of non-native plants on dumps / O. Kupiyanov, A. Kupiyanov, T. Baurjan // BIO Web of Conferences. – 2021. – 31. – 00014. DOI: 10.1051/bioconf/20213100014
2. Tohtar', V.K. Izuchenie rasprostraneniya vidov roda *Oenothera* L. v model'nyh industrial'nyh regionah Evropy / V.K. Tohtar', S.A. Groshenko // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki. – 2012. – № 3 (122). – Vyp. 18. – S. 60–65.
3. Morozova, G.Yu. Izmenchivost' *Oenothera depressa* (Onagraceae) v razlichnyh usloviyah Habarovska / G.Yu. Morozova // Botanicheskij zhurnal. – 2018. – T. 103. – № 5. – S. 630–644. DOI 10.1134/S0006813618050058
4. Safonov, A.I. Empiricheskie kriterii fitomonitoringa tekhnogennoj nagruzki v Donbasse / A.I. Safonov, A.Z. Gluhov // Ekobiotekh. – 2021. – T. 4. – № 3. – S. 195–202. DOI: 10.31163/2618-964X-2021-4-3-195-202.
5. Safonov, A. Ecological phytomonitoring in Donbass using geoinformational analysis / A. Safonov, A. Glukhov // BIO Web of Conferences. – 2021. – T. 31. – S. 00020. DOI 10.1051/bioconf/20213100020.
6. Safonov, A.I. Phytointicational monitoring in Donetsk / A. Safonov // World Ecology Journal. – 2016. – V. 6. – № 4. – P. 59–71.
7. Zhukov, S.P. Rastitel'nost' otvalov ugol'nyh shaht Donbassa / S.P. Zhukov // Problemy ekologii i ohrany prirody tekhnogenno regiona. – 2016. – № 1–2. – S. 13–17.
8. Kalinina, A.V. Geostrategicheskaya vizualizaciya fitocenozov porodnyh otvalov ugol'nyh shaht g. Makeevki v usloviyah samozarastaniya i rekul'tivacii / A.V. Kalinina, E.A. Germonova // Problemy ekologii i ohrany prirody tekhnogenno regiona. – 2018. – № 3–4. – S. 28–34.
9. Zhukova, L.A. O nekotoryh podhodah k prognozirovaniyu perspektiv razvitiya cenopopulyacij rastenij / L.A. Zhukova, T.A. Polyanskaya // Vestnik TvGU. Ser.: Biologiya i ekologiya. – 2013. – Vyp. 32. – № 31. – S. 160–171.
10. Fitoopimizaciya tekhnogennih landshaftiv / S.P. Shvindlerman, D.Ya. Zacepina [ta inshi]. – Donec'k : Yugo-Vostok, 1999. – 276 s.
11. Safonov, A.I. Fitomonitoring v tekhnogenno transformirovannoj srede: metodologiya i praktika / A.I. Safonov, A.Z. Gluhov // Ekosistemy. – 2021. – № 28. – S. 16–28.
12. Osmanova, G.O. Ontogeneticheskij spektr kak indikator sostoyaniya cenopopulyacij rastenij / G.O. Osmanova, L.A. Zhivotovskij // Izv. RAN. Ser.: biologicheskaya. – 2020. – № 2. – S. 144–152. DOI 10.31857/S0002332920020058.
13. Prihod'ko, S.A. Ekologo-demograficheskaya struktura prirodnyh i introdukcionnyh cenopopulyacij kak indikator sostoyaniya stepnyh fitocenozov / S.A. Prihod'ko, Yu.V. Ibatulina, V.M. Ostapko. – Donec'k, 2013. – 309 s.

14. Zhivotovskij, L.A. Ontogeneticheskie sostoyaniya, effektivnaya plotnost' i klassifikaciya populyacij rastenij / L.A. Zhivotovskij // *Ekologiya*. – 2001. – № 21. – С. 3–7.
15. Ostapko, V.M. Sosudistye rasteniya yugo-vostoka Ukrainy / V.M. Ostapko, A.V. Bojko, S.L. Mosyakin. – Doneck : Noulidzh, 2010 – 247 s.
16. Mishurov, V.P. Ontogenez oslinnika dvuletnego pri introdukcii v podzone srednej tajgi Respubliki Komi / V.P. Mishurov, N.V. Portnyagina, N.S. Savinovskaya // *Vestnik Instituta biologii Komi NC Ural'skogo otdeleniya RAN*. – 2005. – № 6(92). – С. 6–9.
17. Tohtar', V.K. Mikroevolyuciya i invazivnost' vidov roda *Oenothera* L. v Evrope / V.K. Tohtar' // *Ros. zhurn. biologicheskikh invazij*. – 2011. – Т. 4. – № 3. – С. 49–61.
18. Ostapko, V.M. Struktura cenopopulyacij stepnykh vidov na yugo-vostoke Ukrainy / V.M. Ostapko, Yu.V. Ibatulina. – Doneck : Veber, Doneckoe otd-nie, 2008. – 266 s.
19. Cenopopulyacii rastenij (osnovnye ponyatiya i struktura) / L.A. Zhukova, L.B. Zaugol'nova, O.V. Smirnova [i dr.]. – Moskva : Nauka, 1976. – 217 c.
20. Zlobin, Yu.A. Populyacionnaya ekologiya rastenii: sovremennoe sostoyanie, tochki rosta : monogr. / Yu. A. Zlobin. – Sumy : Universitetskaya kniga, 2009. – 239 s.
21. Zhukova, L.A. Izmenenie vozrastnogo sostava populyacij lugovika dernistogo na okskih lugah pri raznoj prodolzhitel'nosti vypasa / L.A. Zhukova // *Ontogenez i vozrastnoj sostav populyacij cvetkovykh rastenij*. – Moskva : Nauka, 1967. – С. 114–131.
22. Zaugol'nova, L.B. Podhody k ocenke sostoyaniya cenopopulyacij / L.B. Zaugol'nova, L.B. Denisova, S.V. Nikitina // *Byul. Mosk. ob-va ispytat. prirody. Otd. Biologii*. – 1993. – 98. – Vyp. 5. – С. 100–109.
23. Rabotnov, T.A. Zhiznennyj cikl mnogoletnih travyanistykh rastenij v lugovykh cenoazah / T.A. Rabotnov // *Tr. BIN AN SSSR. Ser. 3: Geobotanika*. – 1950. – Vyp. 6. – С. 7–204.
24. Uranov, A.A. Ontogenez i vozrastnoj sostav populyacij / A.A. Uranov // *Ontogenez i vozrastnoj sostav populyacij cvetkovykh rastenij*. – Moskva : Nauka, 1967. – С. 3–8.
25. Uranov, A.A. Zhiznennoe sostoyanie vida v rastitel'nom soobshchestve / A.A. Uranov, O.V. Smirnova // *Byul. Mosk. ob-va ispytat. prirody. Otd. Biologii*. – 1969. – 65. – Vyp. 3. – С. 77–91.