

Ассамблеи жесткокрылых (Ectognatha, Coleoptera) Южно-Осташковичского нефтяного месторождения

Н. Г. Галиновский, Д. В. Потапов, В. С. Аверин, О. М. Демиденко

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Беларусь

Резюме

Цель исследования. Провести оценку видовой и экологической структуры ассамблей жесткокрылых лесных экосистем Южно-Осташковичского нефтяного месторождения, сопряженных с площадками добычи нефти.

Материалы и методы. Полевые исследования в ассамблеях жесткокрылых проводились при помощи почвенных ловушек с формалином (20 почвенных ловушек на один стационар) в пятикратной повторности. На участках с нефтяными скважинами ловушки выставлялись в линию по мере удаления от края отваловки скважины. Расчет средних и их ошибок, однофакторный дисперсионный анализ сравнения численности проводились с использованием пакета PAST 4.17, для определения индексов альфа-разнообразия, а также достоверности их различий использовались возможности языка R (пакеты *vegan*, *FSA*), построение кластерного анализа видового сходства, а также построение графика ранжирования видов осуществлялись при помощи пакета BioDiversity Pro 2.0. Доминирование в ассамблеях определялось по шкале Ренконена. Видовые названия и таксономический порядок жуков приведены согласно Каталогу жесткокрылых Беларуси.

Результаты. Учено 985 экземпляров жесткокрылых, относящихся к 93 видам из 72 родов и 21 семейства. Определен видовой состав и численность жесткокрылых в ассамблеях, приуроченных к нефтяным скважинам и на контрольном участке. Общего влияния местоположения ассамблей на численность жесткокрылых не выявлено ($H_{K-W} = 2,46$, $p = 0,253$). В то же время показатели альфа-разнообразия в исследованных ассамблеях достоверно отличались как в сообществах, сопряженных со скважинами добычи нефти, так и с контрольным местообитанием ($p < 0,001$). В целом, изученные ассамблеи сложены преимущественно лесными луговыми и полевыми мезофилами и мезоксерофилами, зоофагами и фитофагами, реже — миксофитофагами.

Заключение. Условия обитания около скважин способствовали формированию более разнообразных и сбалансированных сообществ по сравнению с контрольным местообитанием. В то же время в ассамблеях около скважин наблюдается практически полная перестройка ассамблей жесткокрылых, которые достоверно отличаются как по видовому составу и экологической структуре, так и по параметрам разнообразия в сравнении с естественной лесной стацией, что можно оценивать как результат антропогенного вмешательства.

Ключевые слова: жесткокрылые, добыча нефти, видовая структура, экологическая структура

Вклад авторов. Галиновский Н.Г.: концепция и дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор материала, статистическая обработка, общее редактирование; Потапов Д.В.: сбор материала, обсуждение и выводы, библиография; Аверин В.С.: общее редактирование, анализ результатов исследования; Демиденко О.М.: библиография.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Исследование проведено в рамках ГПНИ «Создание регионального реестра видов животных с целью мониторинга, оценки и прогноза ущерба, наносимого природным экосистемам при техногенных воздействиях» (№ ГР 20212126).

Для цитирования: Галиновский НГ, Потапов ДВ, Аверин ВС, Демиденко ОМ. Ассамблеи жесткокрылых (Ectognatha, Coleoptera) Южно-Осташковичского нефтяного месторождения. Проблемы здоровья и экологии. 2025;22(4):76–85. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2025-22-4-10>

Assemblies of Coleoptera (Ectognatha, Coleoptera) of the Yuzhno-Ostashkovichskoye oil field

Mikalai G. Halinouski, Dzmitry V. Patapau, Viktor S. Averin, Oleg M. Demidenko

Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus

Abstract

Objective. To assess the species and ecological structure of Coleoptera assemblages in forest ecosystems of the Yuzhno-Ostashkovichskoye oil field, associated with oil production sites.

Materials and methods. Field studies of beetle assemblages were conducted using formalin-coated soil traps (20 per field site) in five replicates. At sites with oil wells, the traps were arranged in a line, increasing in distance from the well

waste edge. Calculation of means and their errors, one-way analysis of variance for abundance comparisons, were performed using the PAST 4.17 package. R (*vegan* and *FSA* packages) were used to determine alpha diversity indices and evaluate the significance of their differences. A cluster analysis of species similarity was constructed, and a species ranking chart was constructed using the BioDiversity Pro 2.0 package. Dominance in the assemblages was determined using the Renkonen scale. Species names and taxonomic order of ground beetles are given according to the Catalogue of Coleoptera of Belarus.

Results. A total of 985 Coleoptera specimens belonging to 93 species from 72 genera and 21 families were counted. The species composition and abundance of Coleoptera were determined in assemblages associated with oil wells and in a control site. No overall effect of assemblage location on Coleoptera abundance was revealed ($H_{K-W}=2.46$, $p=0.253$). At the same time, alpha diversity indices in the studied assemblages differed significantly both in communities associated with oil wells and in the control habitat ($p<0.001$). Overall, the studied assemblages were composed predominantly of forest meadow and field mesophiles and mesoxerophiles, zoophages and phytophages, and less frequently, mixo-phytophages.

Conclusion. The habitat conditions near boreholes contributed to the formation of more diverse and balanced communities compared to the control habitat. At the same time, the assemblages near oil wells exhibited a nearly complete reorganization of Coleoptera assemblages, which significantly differed in both species composition and ecological structure, as well as diversity parameters, compared to the natural forest habitat. This can be interpreted as a result of anthropogenic intervention.

Keywords: *Coleoptera, oil production, species structure, ecological structure*

Author contributions. Halinowski N.G.: concept and design of the study, review of publications on the topic of the article, collection of material, statistical processing, general editing; Patapau D.V.: collection of material, discussion and conclusions, bibliography; Averin V.S.: general editing, analysis of research results; Demidenko O.M.: bibliography.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study was conducted within the State Program for Scientific Research "Creation of a Regional Register of Animal Species for the Purpose of Monitoring, Assessing, and Predicting Damage Caused to Natural Ecosystems by Technogenic Impacts" (No. SR 20212126).

For citation: Halinowski MG, Patapau DV, Averin VS, Demidenko OM. Assemblies of Coleoptera (Ectognatha, Coleoptera) of the Yuzhno-Ostashkovichskoye oil field. *Health and Ecology Issues*. 2025;22(4):76–85. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2025-22-4-10>

Введение

Поиск и добыча нефти в Республике Беларусь является важным источником дохода для государственного бюджета страны и укрепления ее суверенитета. Однако следует помнить, что добыча нефти может отрицательно влиять на экосистемы, непосредственно сопряженные с местами нефтеразработок, в результате антропогенной трансформации естественных экосистем [1, 2].

Подобного рода трансформации могут негативно отражаться как на видовом составе, так и экологической структуре беспозвоночных и реже — позвоночных животных, разрушать их естественные местообитания, стимулировать их к нежелательной миграции, приводить к общему обеднению животного мира нарушенных экосистем [3, 4].

Цель исследования

Провести оценку видовой и экологической структуры ассамблей жесткокрылых лесных экосистем Южно-Осташковичского нефтяного месторождения, сопряженных с площадками добычи нефти.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели в условиях Южно-Осташковичского нефтяного место-

рождения (Речицкий и Калинковичский районы Гомельской области) в 2019–2020 гг. были проведены полевые исследования на следующих стационарах:

1) стационар 1 (52°22'57.1584" с. ш.; 29°50'26.2032" в. д.): скважина № 127 Южно-Осташковичского нефтяного месторождения (представлена экотон (смежной полосой с лугово-кустарниковой растительностью) между зоной отчуждения скважины и лесной стацией);

2) стационар 2 (52°22'57.9612" с. ш.; 29°50'20.0868" в. д.): скважина № 174 Южно-Осташковичского нефтяного месторождения (представлена лесной стацией);

3) стационар 3 (52°22'52.1220" с. ш.; 29°50'17.9052" в. д.): контрольный участок, не подверженный техногенному воздействию (лесная стация).

Стационары расположены в четырех километрах к востоку от деревни Хатыни Калинковичского района.

Сбор жесткокрылых проводился при помощи почвенных ловушек (фиксатор — формалин), которые выставлялись из расчета 20 почвенных ловушек на один стационар сроком на 30 дней на каждый учет. На участках с нефтяными скважинами ловушки выставлялись в линию по мере удаления от края отваловки скважины.

Расчет средних и их ошибок, однофакторный дисперсионный анализ сравнения численности проводились с использованием пакета PAST 4.17 [5], для определения индексов альфа-разнообразия, а также достоверности их различий использовались возможности языка R (пакеты *vegan*, *FSA*), построение кластерного анализа видового сходства, а также построение графика ранжирования видов осуществлялись при помощи пакета BioDiversity Pro 2.0 (<https://www.sams.ac.uk/science/outputs/>).

Доминирование в ассамблеях определялось по шкале Ренконена [6]. Видовые названия и таксономический порядок жесткокрылых приведены согласно Каталогу жесткокрылых Беларуси [7].

Результаты и обсуждение

Всего за весь период исследований на трех стационарах было коллектировано 985 экземпляров жесткокрылых, относящихся к 93 видам из 72 родов и 21 семейства (таблица 1).

Таблица 1. Видовой состав и относительное обилие жесткокрылых Южно-Осташковичского нефтяного месторождения

Table 1. Species composition and abundance of Coleoptera of the Yuzhno-Ostashkovichskoye oil field

Семейство и вид / Family and species	Скважины / Oil wells		Контроль / Control area
	127	174	
CARABIDAE LATREILLE, 1802			
<i>Carabus (Hemicarabus) nitens</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,35	0
<i>Carabus (Pachystus) glabratus</i> (Paykull, 1790)	1,83	2,42	10,77
<i>Carabus (Pachystus) hortensis</i> (Linnaeus, 1758)	0	2,77	3,85
<i>Cychrus</i> (s. str.) <i>caraboides caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1,92
<i>Cicindela (Cicindella str.) hybrida hybrida</i> (Linnaeus, 1758)	1,15	0	0
<i>Cicindela (Cicindella str.) sylvatica sylvatica</i> (Linnaeus, 1758)	0	1,73	0
<i>Dyschiriodes (Eudyschirius) globosus</i> (Herbst, 1784)	0,23	0	0
<i>Broscus</i> (s. str.) <i>cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	0	2,42	0
<i>Harpalus</i> (s. str.) <i>anxius</i> (Duftschmid, 1812)	0,23	0	0
<i>Harpalus</i> (s. str.) <i>flavescens</i> (Piller et Mitterpacher, 1783)	0,92	5,85	0,38
<i>Harpalus</i> (s. str.) <i>rubripes</i> (Duftschmid, 1812)	2,06	7,25	1,92
<i>Harpalus</i> (s. str.) <i>tardus</i> (Panzer, 1797)	1,15	0,35	0,38
<i>Harpalus (Pseudoophonus) rufipes</i> (DeGeer, 1774)	1,15	3,46	0,38
<i>Panagaeus</i> (s. str.) <i>bipustulatus</i> (Fabricius, 1775)	0	0,35	0,38
<i>Poecilus</i> (s. str.) <i>cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0,38
<i>Poecilus</i> (s. str.) <i>versicolor</i> (Sturm, 1824)	0,92	1,73	1,54
<i>Pterostichus (Bothriopterus) oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	0	0,35	1,15
<i>Pterostichus (Morphnosoma) melanarius melanarius</i> (Illiger, 1798)	0	1,04	0,38
<i>Calathus</i> (s. str.) <i>fuscipes fuscipes</i> (Goeze, 1777)	2,06	0,69	0,38
<i>Calathus (Neocalathus) erratus erratus</i> (Sahlberg, 1827)	16,74	10,35	1,54
<i>Calathus (Neocalathus) melanocephalus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	0	2,08	0
<i>Calathus (Neocalathus) micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	7,57	11,42	7,69
<i>Synuchus</i> (s. str.) <i>vivalis vivalis</i> (Illiger, 1798)	0,69	0	0
<i>Amara</i> (s. str.) <i>aenea</i> (DeGeer, 1774)	2,52	2,42	1,54
<i>Amara</i> (s. str.) <i>communis</i> (Panzer, 1797)	0,46	2,08	2,31
<i>Amara (Bradytus) fulva</i> (DeGeer, 1774)	0,46	0,35	0,38

Продолжение таблицы 1
Continuation of Table 1

Семейство и вид / Family and species	Скважины / Oil wells		Контроль / Control area
	127	174	
CARABIDAE LATREILLE, 1802			
Amara (Celia) bifrons (Gyllenhal, 1810)	0,46	0	0,38
Amara (Zezea) plebeja (Gyllenhal, 1810)	0,69	0	0
HYDROPHILIDAE LATREILLE, 1802			
Hydrochara caraboides (Linnaeus, 1758)	0	0,35	0
HISTERIDAE GYLLENHAL, 1808			
Margarinotus (Eucalohister) bipustulatus (Schränk, 1781)	0,23	0,35	0
SILPHIDAE LATREILLE, 1807			
Silpha tristis (Illiger, 1798)	0	0	0,38
Nicrophorus (s. str.) vespillo (Linnaeus, 1758)	0	0,69	1,92
Nicrophorus (s. str.) vespilloides (Herbst, 1783)	0	1,04	0,38
STAPHYLINIDAE LATREILLE, 1802			
Philonthus (s. str.) cognatus (Stephens, 1832)	0	2,42	6,15
Philonthus (s. str.) decorus (Gravenhorst, 1802)	0	0,35	2,31
GEOTRUPIDAE LATREILLE, 1802			
Anoplotrupes stercorosus (Scriba, 1791)	2,98	1,38	10,89
LUCANIDAE LATREILLE, 1806			
Dorcus parallelipipedus (Linnaeus, 1758)	0,92	1,04	2,69
SCARABAEIDAE LATREILLE, 1802			
Melinopterus prodromus (Brahm, 1790)	0,23	0	0
Onthophagus (s. str.) taurus (Schreber, 1759)	7,8	0	0
Melolontha melolontha (Linnaeus, 1758)	0	0,69	0
Amphimallon solstitiale solstitiale (Linnaeus, 1758)	0,23	0	0
Maladera (s. str.) holosericea (Scopoli, 1772)	6,19	0	0
Serica (s. str.) brunnea (Linnaeus, 1758)	1,38	0,35	0
Cetonia (s. str.) aurata (Linnaeus, 1761)	0,46	0,35	0
Potosia (Eupotosia) affinis (Andesch, 1797)	0,23	0	0
Tropinota (Epicometis) hirta hirta (Poda, 1761)	0,46	0	0
Oxythyrea funesta (Poda, 1761)	0,69	0,35	0
Valgus hemipterus (Linnaeus, 1758)	0	0,35	0
BUPRESTIDAE LEACH, 1815			
Chalcophora mariana (Linnaeus, 1758)	0	0,35	0
BYRRHIDAE LATREILLE, 1806			
Byrrhus (s. str.) pilula (Linnaeus, 1758)	2,06	0,35	0
ELATERIDAE LEACH, 1815			
Agrypnus murinus (Linnaeus, 1758)	0,92	0,69	1,54

Продолжение таблицы 1
Continuation of Table 1

Семейство и вид / Family and species	Скважины / Oil wells		Контроль / Control area
	127	174	
ELATERIDAE LEACH, 1815			
<i>Agriotes</i> (s. str.) <i>sputator</i> (Linnaeus, 1758)	0,46	0,35	0
<i>Dalopius marginatus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0,38
<i>Ectinus aterrimus</i> (Linnaeus, 1761)	0	0,69	0
<i>Ampedus</i> (s. str.) <i>baltheatus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,35	0,38
<i>Ampedus</i> (s. str.) <i>sanguinolentus sanguinolentus</i> (Schränk, 1776)	0	0	0,38
<i>Athous</i> (s. str.) <i>haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1801)	0	0	0,38
<i>Athous</i> (<i>Haplathous</i>) <i>subfuscus</i> (O.F.Müller, 1764)	0	0	1,15
<i>Liotrichus</i> (s. str.) <i>affinis</i> (Paykull, 1800)	0	0	0,38
<i>Prosternon tesellatum</i> (Linnaeus, 1758)	0,23	2,77	3,85
<i>Selatosomus</i> (s. str.) <i>aeneus</i> (Linnaeus, 1758)	0,46	2,08	1,15
DERMESTIDAE LATREILLE, 1807			
<i>Dermestes</i> (<i>Dermestinus</i>) <i>lanarius</i> Illiger, 1801	0,92	0,35	0
PHALACRIDAE LEACH, 1815			
<i>Olibrus affinis</i> (Sturm, 1807)	0,23	0	0
COCCINELLIDAE LATREILLE, 1807			
<i>Halysia sedecimguttata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,35	0
<i>Anatis ocellata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0,38
<i>Aphidecta oblitterata</i> Linnaeus, 1758	0	0,35	0
<i>Coccinella</i> (s. str.) <i>quinquepunctata</i> Linnaeus, 1758	0,23	0	0
<i>Coccinella</i> (s. str.) <i>septempunctata</i> Linnaeus, 1758	0,23	0,35	0
<i>Myzia oblongopunctata oblongopunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,35	0
TENEBRIONIDAE LATREILLE, 1802			
<i>Bolitophagus reticulatus</i> (Linnaeus, 1767)	0,23	0,69	0
<i>Opatrum</i> (s. str.) <i>sabulosum sabulosum</i> (Linnaeus, 1761)	20,84	0,69	0
<i>Crypticus</i> (s. str.) <i>quisquilis quisquilis</i> (Linnaeus, 1761)	0,69	0	0
<i>Upis ceramoides</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,35	0,38
OEDEMERIDAE LATREILLE, 1810			
<i>Calopus serraticornis</i> (Linnaeus, 1758)	0	1,04	0
CERAMBYCIDAE LATREILLE, 1802			
<i>Prionus coriarius</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0,38
<i>Alosterna tabacicolor tabacicolor</i> (DeGeer, 1775)	0,23	0	0
<i>Stictoleptura</i> (<i>Aredolpona</i>) <i>rubra</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0,38
<i>Pachyta quadrimaculata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0,77
<i>Rhagium</i> (<i>Megarhagium</i>) <i>mordax</i> (DeGeer, 1775)	0	0,35	0
<i>Monochamus</i> (s. str.) <i>sutor sutor</i> (Linnaeus, 1758)	0,23	0	0

Окончание таблицы 1
End of Table 1

Семейство и вид / Family and species	Скважины / Oil wells		Контроль / Control area
	127	174	
CHRYSOMELIDAE LATREILLE, 1802			
<i>Chrysomela populi</i> Linnaeus, 1758	0,23	0	0
ATELLABIDAE BILLBERG, 1820			
<i>Byctiscus betulae</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,69	0
CURCULIONIDAE LATREILLE, 1802			
<i>Baris artemisiae</i> (Herbst, 1795)	0,23	0	0
<i>Brachyderes incanus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,35	0
<i>Otiorhynchus (Pendragon) ovatus ovatus</i> (Linnaeus, 1758)	2,29	3,11	0,38
<i>Tanymecus</i> (s. str.) <i>palliat</i> us (Fabricius, 1787)	0	0	0,38
<i>Bothynoderes affinis</i> (Schrank, 1781)	0	0	0,38
<i>Cleonis pigra</i> (Scopoli, 1763)	1,15	0	0
<i>Cyphocleonus dealbatus</i> (Gmelin, 1790)	0,46	0	0
<i>Lixus (Callistolixus) cylindrus</i> (Fabricius, 1781)	0,23	0	0
<i>Hylobius (Callirus) abietis</i> (Linnaeus, 1758)	3,67	12,8	21,92
<i>Pissodes</i> (s. str.) <i>pini pini</i> (Linnaeus, 1758)	0,69	1,38	2,31
SCOLYTIDAE LATREILLE, 1810			
<i>Hylastes ater</i> (Paykull, 1800)	0	0	0,38
Всего экземпляров / Total number of specimens	436	289	260
Всего видов / Total number of species	52	56	46
Информационное разнообразие Шеннона, H' / Shannon's information diversity, H'	2,81	3,02	2,31
Концентрация доминирования Симпсона, D / Simpson's dominance concentration, D	0,09	0,07	0,19
Выравненность по Пиелу, e / Pielou's equivalence of species, e	0,71	0,77	0,60
Видовое богатство по Маргалефу, R _{Mg} / Species richness according to Margalef, R _{Mg}	8,73	9,29	7,30

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

Оценивая видовое богатство и численность видов на стационарах, следует отметить, что достоверного влияния местообитание и расположение скважин не оказывают ($H_{K-W} = 2.46$, $p = 0.253$), несмотря на то, что наибольшее видовое представительство было отмечено около скважины № 174, а численность — около скважины № 127 при наименьших обоих показателях — на контроле (см. таблицу 1). В то же время анализ показателей информационного разноо-

бразия (соотношения видов их численности) показывает достоверные отличия как между скважинами, так и каждой скважины с контролем (таблица 2), что может говорить о том, что ассамблеи жесткокрылых у обеих скважин имеют достоверно более высокое разнообразие, чем в контрольной группе, а ассамблея около скважины № 174 обладает значительно более высоким разнообразием, чем у скважины № 127.

Таблица 2. Сравнение информационного разнообразия Шеннона (*t*-статистика) ассамблей жесткокрылых Южно-Осташковичского нефтяного месторождения
Table 2. Comparison of Shannon information diversity (*t*-statistics) of Coleoptera assemblies of the Yuzhno-Ostashkovichskoye oil field

Показатель	Скважина № 127	Скважина № 174	Контроль
Скважина № 127		-3,024 ($p < 0,01$)	7,92 ($p < 0,00001$)
Скважина № 174	-3,024 ($p < 0,01$)		10, 21 ($p < 0,00001$)
Контроль	7,92 ($p < 0,00001$)	10, 21 ($p < 0,00001$)	

Источник: составлено авторами.
Source: compiled by the authors.

При рассмотрении структуры доминирования в исследованных ассамблеях жесткокрылых в каждой из них было выявлено по 5 доминантов, при наличии общего преобладавшего по численности вида во всех ассамблеях — жуке-лицы *Calathus micropterus*, относительное обилие которого варьировало от 7,57 до 11,42 % от общей численности жесткокрылых на стационарах (см. таблицу 1). Так, наряду с этим видом в ассамблее, примыкающей к скважине № 127, доминировали тяготеющая к открытым пространствам жуке-лицы *Calathus erratus*, калоед *Onthophagus taurus*, пластичатоусый жук, развивающийся в подстилке из отмершей травы, — *Maladera holosericea* и чернотелка — типичный обитатель песчаных почв — *Opatrum sabulosum*. В то же время в ассамблее, примыкающей к скважине № 174, доминировали три вида жуке-лицы, для которых характерно обитание в открытых травянистых местообитаниях — *Harpalus flavescens*, *Harpalus rubripes*, *Calathus erratus*, а также долгоносик — стволовый вредитель *Hylobius abietis*. На контрольном участке в числе доминантов не было отмечено видов, в той или иной степени тяготеющих к луговой растительности: крупная жуке-лицы *Carabus glabratus*, стафилинида *Philonthus cognatus*, навозник *Anoplotrupes stercorosus* и сосновый долгоносик *Hylobius abietis* (см. таблицу 1).

Следует отметить, что при наличии равного числа доминантов в исследованных ассамблеях сами виды-доминанты в целом различаются. При сравнении показателей концентрации доминирования Симпсона (см. таблицу 1) было выявлено, что по данному показателю ассамблеи жесткокрылых около скважин достоверно отличаются как от контроля ($p < 0,001$), так и между собой ($p < 0,05$). Исходя из этого, можно сказать, что сообщества у скважин более разнообразны в отличие от контрольного стационара.

Анализируя общее видовое богатство, следует отметить, что наибольшие показатели индекса Маргалефа характерны для ассамблей жесткокрылых около скважин (см. таблицу 1),

что достоверно отличает их по этому показателю от контрольного участка ($p < 0,001$), но в то же время достоверной разницы между ассамблеями у самих скважин не выявлено, а небольшие варьирования показателя могут быть объяснены случайной вариацией данных.

При рассмотрении выравниваемости видов в исследованных ассамблеях отмечается более высокие ее показатели у скважин (0,71 и 0,77 у скважин № 127 и № 174 соответственно) в сравнении с контрольным участком лесного массива (0,60). При этом было выявлено, что данные различия между ассамблеями у скважин и на контроле достоверно различны ($p < 0,001$), кроме того, выравниваемость в сообществе у скважины № 174 достоверно выше, чем у скважины № 127 ($p < 0,05$). Это может означать, что в сообществе у скважины № 174 особи распределены по видам более равномерно, без сильного доминирования кого-либо из них.

В целом, оценка показателей альфа-разнообразия может свидетельствовать о том, что сообщества у скважин не только более разнообразны, но и более сбалансированы и стабильны по своей структуре.

Анализ видового представительства исследованных ассамблей показал, что для всех исследованных сообществ характерно наличие всего 20 общих видов из 5 семейств (см. таблицу 1). На каждом из исследованных стационаров отмечались также виды, которые не были обнаружены на других. Так, в ассамблее жесткокрылых около скважины № 127 таких видов было выявлено 21, у скважины № 174 и на контроле — по 15 (см. таблицу 1). Проведенное сравнение видового состава по коэффициенту Жаккара показало, что наиболее близки по видовому составу ассамблеи жесткокрылых сообщества у скважины № 174 и на контрольном участке ($J = 0,42$), но данное сходство можно оценить как среднее. Остальные сравнения показали низкое сходство между видовым составом изучаемых ассамблей ($J = 0,38$ между сообществом у скважины № 127 и контролем и $J = 0,26$ между сообществами у скважин).

Проведенное ранжирование (рисунок 1) показывает, что распределение видов в ассамблеях жесткокрылых, примыкающих к скважинам, соответствует логистически нормальному распределению, что может говорить о достаточно разнообразном сообществе видов, занимающих множество экологических ниш.

В то же время распределение видов на контрольном участке соответствует модели разломанного стержня МакАртура, что может свидетельствовать о том, что экологические ниши видов не перекрываются и они практически не конкурируют между собой.

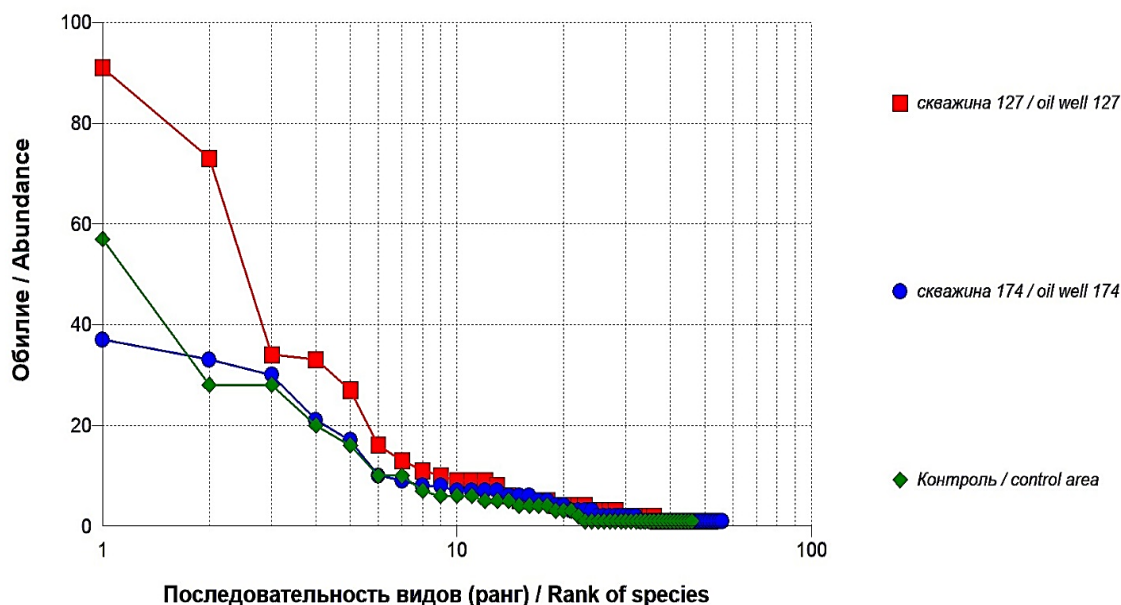


Рисунок 1. Ранжирование видов в ассамблеях жесткокрылых Южно-Осташковичского нефтяного месторождения
Figure 1. Ranking of species in the Coleoptera assemblages of the Yuzhno-Ostashkovichskoye oil field

При оценке экологической структуры жесткокрылых исследованных ассамблей рассматривались такие особенности, как гигро- и биопре-

ферендум, а также трофическая специализация имаго (таблица 3).

Таблица 3. Экологические группы жесткокрылых в ассамблеях Южно-Осташковичского нефтяного месторождения
Table 3. Ecological groups of beetles in the assemblages of the Yuzhno-Ostashkovichskoye oil field

Экологическая группа / Ecological group	Скважины / Oil wells				Контроль / Control area	
	127		174			
Гигропреферендум / Hygropreferendum:	KB / NS	OO / A	KB / NS	OO / A	KB / NS	OO / A
гидрофилы / hydrophiles	0	0	1	0,34	1	0,39
мезогигрофилы / mesohygrophiles	3	1,15	2	1,73	3	2,71
мезофилы / mesophiles	30	42,2	41	62,98	31	85,71
мезоксерофилы / mesoxerophiles	10	24,08	8	27,68	9	9,65
ксерофилы / xerophiles	9	32,57	4	7,27	1	1,54
Биопреферендум / Biopreferendum:	KB / NS	OO / A	KB / NS	OO / A	KB / NS	OO / A
гидробионты / aquatic organisms	0	0	1	0,34	0	0
береговые / coastal	0	0	0	0	1	0,39
лесные / forest	14	16,74	22	41,87	22	64,48

Окончание таблицы 3
End of Table 3

Экологическая группа / Ecological group	Скважины / Oil wells				Контроль / Control area	
	127		174			
луговые / meadow	20	20,18	17	25,95	12	16,25
полевые / field	14	51,61	13	28,03	8	18,15
убиквисты / ubiquitists	4	11,47	3	3,81	2	0,73
Трофическая специализация / Trophic specialization:	KB / NS	OO / A	KB / NS	OO / A	KB / NS	OO / A
бриофаги / bryophages	1	2,06	1	0,35	0	0
детритофаги / detritiphages	3	1,83	6	4,84	2	8,49
зоофаги / zoophages	8	12,84	16	29,76	11	32,43
копрофаги / coprophages	3	11,01	1	1,38	1	10,81
миксофитофаги / myxophytophages	8	25,23	9	30,8	12	9,27
мицетофаги / mycetophages	2	0,46	2	1,03	1	0,39
некрофаги / necrophages	0	0	2	1,73	3	2,7
ризофаги / rhizophages	0	0	0	0	1	0,39
фитофаги / phytophages	27	46,57	19	30,11	14	35,52
Всего видов / Total species	52		56		45	
Всего экземпляров / Total specimens		436		289		259

Примечание. KB — количество видов, OO — относительное обилие особей.

Note. NS — number of species; A — abundance.

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

Было выявлено, что в исследованных сообществах встречались представители всего спектра наземных гигропреферендумов, при этом вид, предпочитающий переувлажненные условия обитания (*Chromoderus affinis*), был встречен только на контрольном участке. В целом, наиболее широко как по видовому богатству, так и по численности были представлены виды, предпочитавшие нормальные условия увлажнения, — мезофилы, особенно на контрольном участке, где на их долю приходилось 4/5 всех коллектированных особей имаго жесткокрылых (см. таблицу 3). По мере увеличения площади открытых пространств у скважин сокращалось присутствие мезофилов в пользу мезоксерофилов и особенно — ксерофилов (в ассамблее у скважины № 127).

Также был выявлен достаточно широкий спектр по предпочитаемым местообитаниям, среди которых можно выделить три основных: леса, поля и луга. Так, на контрольном участке как по видовому богатству, так и по обилию преобладали лесные виды, что вполне закономерно. По мере усиления трансформации и увеличения открытых площадей для обитания жесткокрылых планомерно увеличивается как видовое богатство, так и обилие полевых и луговых видов (см. таблицу 3).

Был выявлен довольно широкий спектр пищевой специализации имаго жуков в исследованных ассамблеях (см. таблицу 3). При этом, несмотря на достаточно разнообразное представительство трофических групп, основная масса видов жесткокрылых как по видовому богатству, так и по обилию являлись либо фитофагами, либо зоофагами, либо группой по смешанному питанию — миксофитофагами. Следует отметить, что представительство зоофагов и миксофитофагов в ассамблеях контрольной станции и около скважины № 174 было гораздо выше такового около скважины № 127 по мере увеличения проективного покрытия травянистой растительностью, где был отмечен рост фитофагов по мере снижения видового богатства хищников и жуков со смешанным, растительно-животным питанием.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сказать, что в целом условия обитания около скважин способствовали формированию более разнообразных и сбалансированных сообществ по сравнению с контрольным местообитанием. В то же время в ассамблеях около скважин наблюдается практически полная перестройка

сообщества жесткокрылых, которая достоверно отличается как по видовому составу и экологической структуре, так и по параметрам разнообра-

зия в сравнении с естественной лесной стацией, что можно оценивать как результат антропогенного вмешательства.

Список литературы / References

1. Sun S, Ma L, Li Z. Methane Emission Estimation of Oil and Gas Sector: A Review of Measurement Technologies, Data Analysis Methods and Uncertainty Estimation. *Sustainability*. 2021;13(24):1-29. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132413895>
2. Dong J, Asif Z, Shi Y, Zhu Y, Chen Z. Climate Change Impacts on Coastal and Offshore Petroleum Infrastructure and the Associated Oil Spill Risk: A Review. *Marine Science and Engineering*. 2022;10(7):849. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse10070849>
3. Галиновский Н.Г., Демиденко О.М., Потапов Д.В., Аверин В.С. Сообщества герпетобитонтных жесткокрылых (Ectognatha, Coleoptera) в окрестностях скважин Южно-Осташковичского нефтяного месторождения (Республика Беларусь). *Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины*. 2020;120(3):22-28. [дата обращения 2025 August 06]. Режим доступа: https://elib.gsu.by/bitstream/123456789/11672/1/Galinovskiy_Communities_of_herpetobiontic_beetles.pdf
- Halinouski MH, Demidenko OM, Potapov DV, Averin VS. Communities of herpetobiontous beetles (Ectognatha, Coleoptera) in the vicinity of wells of the Yuzhno-Ostashkovichskoye oil field (Republic of Belarus). *Izvestiya Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny*. 2020;120(3):22-28. [access date 2025 August 06]. Available from: https://vesti.gsu.by/2024_6.html (in Russ.).
4. Галиновский Н.Г., Демиденко О.М., Потапов Д.В., Аверин В.С. К изучению наземных членистоногих (Arthropoda) Давыдовского нефтяного месторождения (Республика Беларусь). *Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины*. 2024;147(6):18-24. [дата обращения 2025 August 06]. Режим доступа: https://vesti.gsu.by/2024_6.html
- Halinouski MH, Demidenko OM, Potapov DV, Averin VS. On the study of terrestrial arthropods (Arthropoda) of the Davydovskoye oil field (Republic of Belarus). *Izvestiya Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny*. 2024;147(6):18-24. [access date 2025 August 06]. Available from: https://vesti.gsu.by/2024_6.html (in Russ.).
5. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron*. 2001;4(1):1-9. [access date 2025 August 06]. Available from: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
6. Renkonen O. Statistish-Okologiske Untersuchungen uber die terrestrische Kaferwelt der finnischen Bruchmoore. *Ann Zool Bot Soc Fennicae*. 1938;(6):1-30. [access date 2025 August 06]. Available from: https://books.google.by/books/about/Statistisch_%C3%B6kologische_Untersuchungen.html?id=2msXzwEACAAJ&redir_esc=y
7. Aleksandrowicz O, Pisanenko A, Ryndevich S, Saluk S. The Check-list Of Belarus Coleoptera. Slupsk. 2023. 192 p. [access date 2025 August 06]. Available from: <https://wydawnictwo.upsl.edu.pl/biologia/299-the-check-list-of-belarus-coleoptera.html>

Информация об авторах / Information about the authors

Галиновский Николай Геннадьевич, к.б.н., доцент, доцент кафедры биологии, УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1425-8024>

e-mail: galinovsky@gsu.by

Потапов Дмитрий Викторович, старший преподаватель кафедры биологии, УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4132-4912>

e-mail: potapov@gsu.by

Аверин Виктор Сергеевич, д.б.н., профессор, профессор кафедры теории и методики физической культуры, УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8092-1261>

e-mail: averinvs@mail.ru

Демиденко Олег Михайлович, д.т.н., профессор, профессор кафедры автоматизированных систем обработки информации, УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0601-0758>

e-mail: demidenko@gsu.by

Mikalai G. Halinouski, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Biology, Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1425-8024>

e-mail: galinovsky@gsu.by

Dzmitry V. Patapau, Senior Lecturer at the Department of Biology, Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4132-4912>

e-mail: potapov@gsu.by

Viktor S. Averin, Doctor of Biological Sciences, Professor at the Department of Theory and Methodology of Physical Education, Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8092-1261>

e-mail: averinvs@mail.ru

Oleg M. Demidenko, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Automated Information Processing Systems, Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0601-0758>

e-mail: demidenko@gsu.by

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Галиновский Николай Геннадьевич

e-mail: carabus2006@gmail.com

Mikalai G. Halinouski

e-mail: carabus2006@gmail.com

Поступила в редакцию / Received 29.09.2025

Поступила после рецензирования / Accepted 15.10.2025

Принята к публикации / Revised 18.11.2025