

Сообщества жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в окрестностях скважин Северо-Домановичского нефтяного месторождения (Республика Беларусь)

Н.Г. ГАЛИНОВСКИЙ, Д.В. ПОТАПОВ

В статье рассматриваются особенности формирования сообществ жужелиц, обитающих вблизи нефтяных скважин Северо-Домановичского нефтяного месторождения Гомельской области (Республика Беларусь), которое расположено в лесном массиве. Исследования были проведены на трех стационарах (2 скважины с различной удаленностью от границы леса и контрольном – в глубине смешанного леса). Было выявлено, что в сообществах нефтяного месторождения обитает 19 видов жужелиц из 10 родов, среди которых видовым богатством выделялись роды *Harpalus*, *Calathus* и *Carabus*. Было зафиксировано статистически достоверное сокращение численности луговых и полевых видов на участке с широкой полосой переходной зоны с травянистой растительностью (экотон), которое ограничило их проникновение в лесную экосистему. Выявлено, что сообщества жужелиц окрестностей скважин в лесных экосистемах состоят преимущественно из мезофилов и мезоксерофилов крупных и средних размеров, предпочитающих как лесные, так и открытые местообитания.

Ключевые слова: жесткокрылые, жужелицы, нефтяные скважины, сообщества, доминирование, экологическая структура.

The article describes the peculiarities of the carabid beetles communities formation living in the vicinity of boreholes of the North Domanovich oil field in the Gomel region (The Republic of Belarus) located in the forest. The research was carried out in three areas (two areas with different distances from the forest boundary and the control area being deep in the mixed forest). It was revealed that 19 species of carabid beetles from 10 genera lived in the communities of the oil field, among which the genera *Harpalus*, *Calathus* and *Carabus* stood out for their species richness. Statistically significant reduction of meadow and field species has been recorded in the area with wide transition zone with grassy vegetation (ecotone), limiting their penetration into the forest ecosystem. It was found that carabid beetles communities of vicinity of boreholes of the forest ecosystems mainly consisted of large and medium sized mesophiles and mesoxerophiles, which preferred both forest and open habitats.

Keywords: beetles, carabids, oil wells, communities, domination, ecological structure.

Республика Беларусь является одной из нефтедобывающих стран мира и ее разведанные запасы нефти составляют около 50 млн. тонн, открыто более 80 нефтяных месторождений, из которых активно разрабатывается более двух третей. При этом разработка ведется как в условиях луговых экосистем и сельскохозяйственных угодий, так и в лесных массивах с предварительной вырубкой деревьев.

Не только нефть и ее производные могут отрицательно воздействовать на окружающие район нефтедобычи экосистемы путем изменения ее структуры, но и сама нефтедобыча, а также работы по организации и установке оборудования нефтескважин оказывает влияние на среду обитания зооценозов экосистем [1]–[2].

Оценка влияния обустройства нефтескважин в лесных экосистемах Беларуси еще недостаточна, так как проводимые исследования на эту тему единичны [3]–[5], в связи с чем подобные изыскания очень актуальны и будут иметь высокую степень новизны и большое практическое значение для разработки мероприятий по снижению негативного воздействия процессов нефтедобычи на биоту.

Целью нашего исследования являлось изучение состояния сообществ жужелиц лесных экосистем, приуроченных к нефтяным скважинам Северо-Домановичского нефтяного месторождения.

Материал и методика. Для достижения поставленной цели на Северо-Домановичском нефтяном месторождении (Калинковичский район Гомельской области, Республика Беларусь) в апреле–сентябре были осуществлены исследования на стационарах, заложенных в 2023 г.:

1. Стационар «Скважина № 4». Расположен у края зоны отчуждения скважины № 4 Северо-Домановичского нефтяного месторождения. Непосредственно примыкает к границе

лесного массива (сосняк мшистый с отсутствием подлеска). В непосредственном приближении к зоне отчуждения на глубину 50 метров проводится санитарная рубка. Склон зоны отчуждения по направлению к лесному массиву полностью покрыт злаковой растительностью (мятлик, тимофеевка, ежа сборная). Почвы супесчаные.

2. Стационар «Скважина № 53». Расположен у края зоны отчуждения скважины № 53 Северо-Домановичского нефтяного месторождения. Представляет собой экотон шириной порядка ста метров между зоной обустройства нефтескважины и прилегающим к ней лесным массивом. Почва песчаная, растительность – злаковое разнотравье, ослинник с примесью 3–5 летних сосен (проективное покрытие растительности неоднородно, у края зоны отчуждения составляет 5–10 %, далее по мере продвижения к опушке лесного массива и увеличению плотности молодой поросли сосны она увеличивается до 50 %).

3. Контрольный стационар. Расположен в лесном массиве, не подверженном трансформации со стороны человека в пределах Северо-Домановичского нефтяного месторождения. Представляет собой участок сосняка черничника с формулой 5СЗБ2Р. Подстилка слабо сформирована, представлена преимущественно хвойно-лиственным опадом.

Стационары расположены в нескольких километрах к югу от городского поселка Озаричи Калининского района.

Учет жуелиц проводился при помощи почвенных ловушек (полистироловые стаканы объёмом 0,5 л на одну треть заполненные формалином). Ловушки выставлялись из расчета 20 ловушек на один стационар. Замена ловушек проводилась ежемесячно. При этом на участках с нефтяными скважинами ловушки выставлялись в линию по мере удаления от края отчуждения скважины. Всего было обработано 9000 ловушко-суток на трех стационарах.

Первичная база жуелиц, включающая в себя данные о таксономической принадлежности, биопреферендуме, гигропреферендуме, жизненной форме и численности составлялась с использованием электронных таблиц Libre Office Calc 7.6 (<https://www.libreoffice.org>). Для анализа распределений, средних, ошибок и верификации гипотез об их различиях и связях использовался программный статистический пакет PAST 4.13 (<https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>). Расчет показателей α -разнообразия в сообществах проводился с использованием программного пакета BioDiversity Pro (<https://www.sams.ac.uk/science/outputs>). Расчет индекса разнообразия Шеннона, моделей распределения проводился с использованием натурального основания логарифма. Доминирование в сообществах определялось по шкале Ренконена [6].

Результаты и обсуждение. Всего за время исследований было выявлено 284 особи жуелиц, относящихся к 19 видам из 10 родов (таблица 1). Наиболее высоким видовым богатством выделялись роды *Calathus* и *Harpalus* (по 4 вида в каждом), а также *Carabus* (3 вида). В остальных родах было отмечено представительство по 1–2 видам (таблица 1).

Таблица 1 – Видовой состав и степень доминирования (%) жуелиц в сообществах окрестностей скважин Северо-Домановичского нефтяного месторождения

Вид	Скважина		Контроль
	№4	№53	
1	2	3	4
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	5,5	0,9	5,0
<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)	1,8	0,9	3,3
<i>Brosicus cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	0	3,5	0
<i>Calathus erratus</i> (Sahlberg, 1827)	33,1	13,8	0
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	10,1	8,7	0
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	0	4,4	0
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	27,6	0	13,3
<i>Carabus glabratus</i> Paykull, 1790	7,3	0,9	41,7
<i>Carabus hortensis</i> Linnaeus, 1758	0	3,5	11,7
<i>Carabus nitens</i> Linnaeus, 1758	0	0,9	0
<i>Cicindela sylvatica</i> Linnaeus, 1758	0	0,9	0
<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	10,0
<i>Harpalus flavescens</i> (Piller et Mitterpacher, 1783)	1,8	20,8	0

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812)	9,2	23,4	8,3
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)	0,9	12,2	0
<i>Harpalus tardus</i> (Panzer, 1797)	1,8	1,7	0
<i>Panagaeus bipustulatus</i> (Fabricius, 1775)	0	0	1,7
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	0,9	3,5	1,7
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	0	0	3,3
Всего экземпляров	109	115	60
Всего видов	11	15	10
Информационное разнообразие, H'	1,83	2,17	1,83
Концентрация доминирования, C	0,21	0,14	0,21
Выравненность по Пилелу, e	0,76	0,80	0,79

В результате сборов было выявлено, что наибольшее видовое богатство жуужелиц характерно для скважины, которая имела примыкающую к краю зоны отчуждения широкую полосу экотона (таблица 1). Лесная стация, примыкающая напрямую к скважине, а также контрольный участок леса имели практически одинаковое видовое богатство в сообществах жуужелиц (11 и 10 видов соответственно). Численность жуужелиц в значительной степени варьировало. Так, наибольшее количество особей было зафиксировано опять же в сообществе на экотоне (таблица 1). Несколько меньше – в лесной стации, примыкающей непосредственно к скважине № 4, а на контрольном участке наблюдалась наименьшая численность представителей этой группы жесткокрылых.

При анализе видового сходства исследованных стационаров было обнаружено, что наиболее высокий показатель коэффициента Жаккара (0,63) был характерен для сообществ около нефтяных скважин, в то время как видовой состав жуужелиц контрольного участка в значительной мере отличался от такового как сообщества скважины № 4 ($K_g = 0,40$), так и скважины № 53 ($K_g = 0,3$). В то же время при проведении однофакторного дисперсионного анализа для оценки зависимости численности жуужелиц в сообществе от места обитания не было выявлено статистически достоверного влияния (χ^2 Краскела-Уоллиса составил всего 1,895 при $p = 0,367$) – рисунок 1.

При анализе структуры доминирования в исследованных сообществах в качестве общего доминанта был выявлен типичный представитель открытых пространств *Harpalus rubripes* (таблица 1). При этом следует сказать, что наивысшее обилие как доминант он имел на стационаре с экотонем вблизи скважины № 53, а в чисто лесных стациях его обилие было практически одинаковым (за небольшим преобладанием на участке, где лесной массив примыкал к скважине). Что же касается количества доминантов, то численно их количество на исследованных стационарах мало отличалось, но видовая специфичность преобладавших видов в достаточной степени варьировала. Так, в сообществе с непосредственным примыканием лесного массива было выявлено ещё 5 видов – доминантов: *A. aenea*, *C. erratus*, *C. fuscipes*, *C. micropterus* и *C. glabratus*. При этом следует отметить, что 3 вида из 6 видов доминантов: *A. aenea*, *C. micropterus* и *C. glabratus* преобладало на всех лесных стационарах, кроме сообщества экотона, а *C. erratus* и *C. fuscipes* были зафиксированы только около скважин и отсутствовали в сообществе на контрольном участке.

На участке экотона рядом со скважиной № 53, кроме доминировавшего на всех участках *H. rubripes* преобладало ещё 4 вида: *C. erratus*, *C. fuscipes*, *H. rufipes* и *H. flavescens* (таблица 1). Особо следует отметить последние два вида, численность которых очень высока именно в условиях экотона, где присутствует обширная площадь открытых песчаных пространств.

На контрольном участке наряду с двумя видами, тяготеющими к открытым пространствам, *A. aenea* и *H. rubripes* доминировали и чисто лесные виды *C. micropterus*, *C. glabratus*, *C. hortensis* и *C. caraboides* (таблица 1).

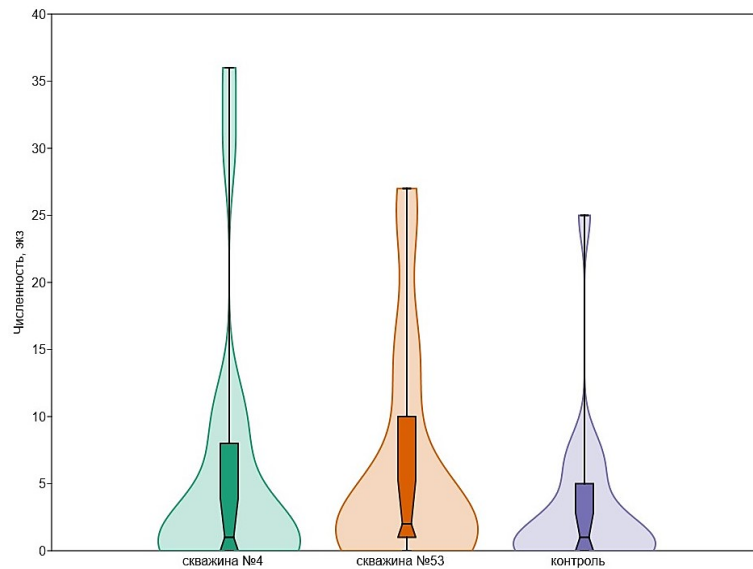


Рисунок 1 – Результаты дисперсионного анализа влияния условий обитания на численность жужелиц

При анализе возможных изменений численности жужелиц при удалении от края зоны отчуждения скважин какого-либо значительного ее уменьшения на участке лесного массива, непосредственно примыкавшего к скважине № 4 не наблюдалось. В то же время на стационаре с экотонном присутствовала отрицательная корреляционная зависимость (рисунок 2) при продвижении от края зоны отчуждения по направлению к лесу ($r_{sp} = -0,55$; $p = 0,01$). Высокую численность жужелиц вблизи зоны отчуждения можно объяснить широким присутствием видов, обычных в открытых экосистемах (наряду с доминантами это и *B. cephalotes*, *P. versicolor*, *C. melanocephalus*), количество особей которых позволяло причислить их к субдоминантам (таблица 1).

Параметры альфа разнообразия также свидетельствуют о наиболее высоком информационном разнообразии в сообществе жужелиц на экотоне вблизи скважины № 53, а наиболее высокая выравненность в экотоне при наименьшей концентрации доминирования свидетельствует о большом разнообразии экологических ниш в данном местообитании, что позволяет избежать прямой конкуренции (таблица 1).

Эти особенности сообщества жужелиц экотона хорошо согласуются с моделью разломанного стержня Макауртура, для которой характерно деление пространства ниш на случайные, соприкасающиеся, но неперекрывающиеся участки (рисунок 3).

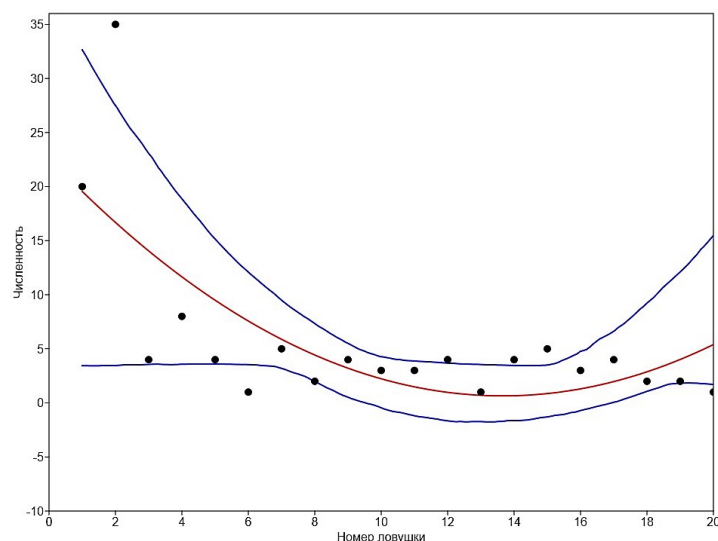


Рисунок 2 – Колебания численности жужелиц по мере удаленности от края зоны отчуждения нефтескважины № 53 Северо-Домановичского нефтяного месторождения

Распределение видов в сообществах жужелиц как вблизи скважины № 4, так и контрольного участка с большей вероятности можно описать моделью логарифмически нормального распределения, что говорит о достаточно схожей устоявшейся структуре лесных экосистем этих двух стационаров (рисунок 3).

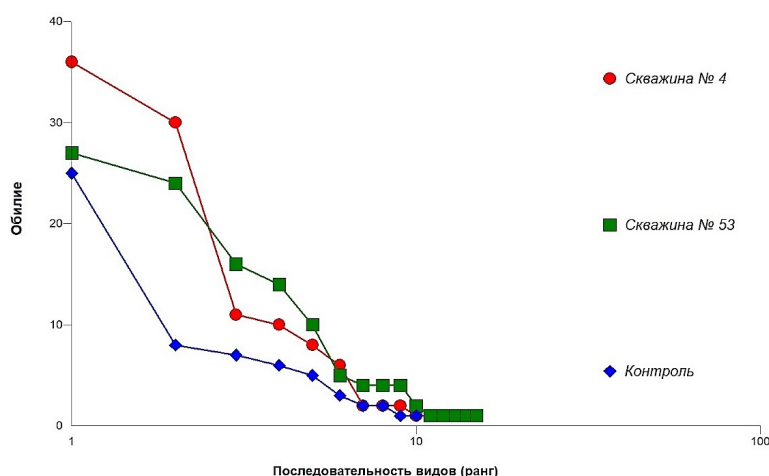


Рисунок 3 – Ранжирование видов в исследованных сообществах жужелиц

Оценивая особенности экологической структуры, можно выделить высокое присутствие как по видовому богатству, так и по численности полевых видов в сообществе экотона вблизи скважины № 53 и в лесном массиве вблизи скважины № 4 (таблица 2). В то же время на контрольном участке наблюдалось резкое их сокращение в пользу лесных видов, особенно по численности. Следует отметить также высокое видовое богатство и численность мезофилов на всех исследованных участках и особенно в сообществе контрольного лесного массива, где по численности они составляли 3/4 от всех коллектированных особей жужелиц. Доля тяготеющих к более сухим местообитаниям мезоксерофилов также достаточно велика, особенно на стационарах, примыкающих к нефтяным скважинам, и в меньшей степени – на контрольном участке (таблица 2).

Таблица 2 – Экологические группы жужелиц в сообществах окрестностей скважин Северо-Домановичского нефтяного месторождения

Экологическая группа, виды	Скважина				Контроль	
	№ 4		№ 53		S	N
	S	N	S	N		
Биопреферendum						
лесные	2	34,9	2	4,3	4	76,7
луговые	2	11,9	3	10,4	3	8,3
полевые	7	53,2	10	85,3	3	15,0
Гигропреферendum						
ксерофилы	1	5,5	3	5,2	1	5,0
мезоксерофилы	4	45,9	4	60,0	2	10,0
мезофилы	6	48,6	8	34,8	7	85,0
Жизненная форма						
геохортобионты гарпалоидные	6	21,2	6	60,0	3	16,7
стратобионты скважиники поверхностно-подстилочные	0	0	0	0	1	1,7
стратобионты скважиники подстилочные	3	70,6	3	26,9	1	13,3
стратобионты зарывающиеся бегающе-роющие	0	0	1	3,5	0	0
стратобионты зарывающиеся подстильно-почвенные	1	0,9	1	3,5	2	5,0
эпигеобионты летающие	0	0	1	0,9	0	0
эпигеобионты ходящие	1	7,3	3	5,2	3	63,3
<i>Всего видов</i>	<i>11</i>		<i>15</i>		<i>10</i>	
<i>Всего особей</i>	<i>109</i>		<i>115</i>		<i>60</i>	
<i>Примечание: S – количество видов, N – относительное обилие особей, %.</i>						

Спектр жизненных форм также неоднозначен и варьирует в зависимости от места обитания. Так на контрольном участке по видовому богатству и численности преобладали крупные эпигеобионты ходящие и в значительно меньшей степени средних размеров геохортобионты гарпалоидные и стратобинты скважинки подстилочные, а на стационарах, примыкающих к зоне отчуждения нефтескважин, преобладали в значительной степени упомянутые выше среднего размера жужелицы (таблица 2). При этом в зоне экотона массово отмечались геохортобионты гарпалоидные, а в лесном массиве около скважины № 4, наоборот, стратобинты скважинки подстилочные.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований было выявлено, что:

1. Лесные сообщества жужелиц, непосредственно прилегающих к зоне отчуждения нефтяных скважин Северо-Домановичского нефтяного месторождения, представлены 16 видами из 6 родов, среди которых выделялись роды *Harpalus* (4 вида), а также *Calathus* и *Carabus* (по 3 вида в каждом).

2. Условия обитания жужелиц около исследованных нефтескважин статистически достоверно не влияют на численность жужелиц в окрестностях нефтескважин.

3. Видовой состав сообществ жужелиц вблизи нефтескважин значительно отличается от такового в лесном массиве, не подвергшемся трансформации.

4. В месте прямого прилегания песчаной зоны отчуждения к краю леса в виде экотона наблюдается незначительная перестройка видового состава и достоверное уменьшение численности жужелиц по направлению к границе лесного массива.

5. В сообществе экотона скважины распределение видов было наиболее характерным для биоценоза с высокой выравненностью и содержанием незанятых экологических ниш, в отличие от остальных исследованных сообществ, которые характеризовались условиями слабо нарушенного сообщества.

6. Сообщества жужелиц окрестностей скважин Северо-Домановичского нефтяного месторождения в своем большинстве состоят из мезофилов и мезоксерофилов, видов среднего и крупного размера, предпочитающих как открытые станции, так и местообитания с древесной растительностью с неплотной почвой, которая обладает большим количеством скважин и трещин для жизнедеятельности жуков.

Таким образом, можно сказать, что наличие широкой зоны экотона нивелировало неблагоприятное антропогенное влияние на лесные виды жужелиц, выраженное ростом лугополевых видов в лесной экосистеме.

Литература

1. Шамраев, А. В. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды / А. В. Шамраев, Т. С. Шорина // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6 (100). – С. 642–645.
2. Хабиров, И. К. Устойчивость почвенных процессов / И. К. Хабиров, И. М. Габбасова, Ф. Х. Хазиев. – Уфа : БГАУ, 2001. – 327 с.
3. Галиновский, Н. Г. Сообщества герпетобионтных жесткокрылых (Ectognatha, Coleoptera) в окрестностях скважин Южно-Осташковского нефтяного месторождения (Республика Беларусь) / Н. Г. Галиновский, О. М. Демиденко, Д. В. Потапов, В. С. Аверин // Известия ГГУ. – 2020. – № 3. – С. 22–29.
4. Halinowski, M. Ground beetle communities found in the suburbs of oil wells of oil fields in Khoyniki district (Republic of Belarus) / M. Halinowski, D. Potapov, V. Averin, O. Demidenko // Baltic coastal Zone. – 2022. – Vol. 25. – P. 61–69.
5. Галиновский, Н. Г. Карабидокомплексы (Coleoptera, Carabidae) в окрестностях скважин Южно-Осташковского нефтяного месторождения (Республика Беларусь) / Н. Г. Галиновский, О. М. Демиденко, Д. В. Потапов, В. С. Аверин // Известия ГГУ. – 2022. – № 3. – С. 5–11.
6. Renkonen, O. Statistish-Okologiske Untersuchungen uber die terrestrische Kaferwelt der finnischen Bruchmoore / O. Renkonen // Ann. Zool. – Bot. Soc. Fennicae. – 1938. – № 6. – P. 1–30.