

## Биология

УДК 502.17:622.276:547.3:595.76(476.2)

### Карабидокомплексы (Coleoptera, Carabidae) в окрестностях скважин Южно-Осташковского нефтяного месторождения (Республика Беларусь)

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

В статье рассматриваются особенности формирования сообществ жесткокрылых, обитающих вблизи нефтяных скважин Южно-Осташковского 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, примыкающим к нефтяным скважинам, обитает 28 видов жуков из 12 родов, среди которых видовым богатством выделялись роды *Amara*, *Harpalus*, а также *Calathus* и *Carabus*. Также обнаружено статистически достоверное влияние места обитания жуков на их численность. Кроме этого был зафиксирован статистически достоверный рост численности луговых и полевых видов на границе лесного массива, напрямую примыкающем к зоне отчуждения скважины (обширному голому песчаному пространству). В то же время участок с широкой полосой переходной зоны с травянистой растительностью (экотоном) позволил сгладить пики численности луговых и полевых видов, ограничив их проникновение в лесную экосистему. Выявлено, что карабидокомплексы окрестностей скважин в лесных экосистемах состоят преимущественно из мезофилов и мезоксерофилов крупных и средних размеров, предпочитающих как лесные, так и луговые местообитания.

**Ключевые слова:** жесткокрылые, жуки, карабидокомплексы, нефтяные скважины, сообщества, доминирование, экологическая структура.

The features of the formation of Coleoptera communities living near the oil wells of Yuzhno-Ostashkovskoye oil field of Gomel region (the Republic of Belarus) are studied in the article. This oil field is located in the forestland. The studies were carried out at three sites (2 wells are located at different distances from the forest border and the control one is deep in the mixed forestland). It was revealed that 28 species of ground beetles from 12 genera live in communities adjacent to oil wells, among which the genera *Amara*, *Harpalus*, as well as *Calathus* and *Carabus* were distinguished by their species richness. Also, a statistically significant effect of the habitat of ground beetles on their number was found out. In addition, a statistically significant increase in the number of meadow and field species was recorded on the border of the forest, directly adjacent to the well exclusion zone (a vast bare sandy space). At the same time, a site with a wide strip of transitional zone with herbaceous vegetation (ecotone) made it possible to smooth out the peaks in the abundance of meadow and field species, limiting their penetration into the forest ecosystem. It was revealed that the carabid complexes in the vicinity of wells in forest ecosystems consist mainly of mesophiles and mesoxerophiles of large and medium sizes, preferring both forest and meadow habitats.

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

Республика Беларусь является нефтедобывающей страной и разведанные запасы ее составляют порядка 51 млн. тонн, открыто 87 месторождений, из которых активно разрабатывается около 60. При этом разработка ведется как в открытых экосистемах (поймах рек, лугах, сельскохозяйственных угодьях), так и на территории лесов.

Достаточно известным фактом является то, что не только нефть и ее производные могут отрицательно воздействовать на окружающую среду путем изменения состава ее компонентов, но и сам процесс нефтедобычи и эксплуатация нефтескважин оказывает влияние на среду обитания биоты [1]–[2].

При строительстве и эксплуатации нефтяных скважин в открытых экосистемах (пойма рек) основными последствиями размещения нефтяных скважин являются сокращение растительности, запесочивание окружающей скважины территории, обеднение видового состава и

сокращение численности животных [3]–[6]. Исследования же влияния строительства и эксплуатации нефтескважин в лесных экосистемах в условиях Беларуси единичны, в связи с чем подобные изыскания достаточно актуальны, а также 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 карабидокомплексов, приуроченных к лесным экосистемам, которые непосредственно примыкают к нефтяным скважинам.

**Материал и методика.** Для достижения поставленной цели в условиях Южно-Осташковского нефтяного месторождения (Речицкий и Калинковичский районы Гомельской области, Республика Беларусь) были осуществлены исследования на стационарах, заложенных в 2019 г.:

- 1) Стационар 1 (52°22′57.1584″ с.ш.; 29°50′26.2032″ в.д.): скважина № 127 Южно-Осташковичского нефтяного месторождения (эктон между открытой и лесной стациями);
- 2) Стационар 2 (52°22′57.9612″ с.ш.; 29°50′20.0868″ в.д.): скважина № 174 Южно-Осташковичского нефтяного месторождения (лесная стация, примыкающая непосредственно к зоне отчуждения нефтескважины);
- 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 нескольких километрах к востоку от деревни Хатыни Калинковичского района.

Учет жуужелиц проводился в мае–сентябре 2019–2020 гг. при помощи почвенных ловушек. В качестве почвенных ловушек использовались полистироловые стаканы, объемом 0,5 л, на одну треть заполненные формалином. Ловушки выставлялись из расчета 20 почвенных ловушек на один стационар. При этом на участках с нефтяными скважинами ловушки выставлялись в линию по мере удаления от края отчуждения скважины (по 20 ловушек на скважину за одно посещение). Всего было обработано 21600 ловушко-суток на трех стационарах.

Первичная база жуужелиц, включающая в себя данные о таксономической принадлежности, биопререферендуме, гигропререферендуме, жизненной форме и численности составляется с использованием «MS Excel». Для анализа распределений, средних, ошибок и верификации гипотез об их различиях и связях использовался язык «R». Показатели  $\alpha$ -разнообразия в сообществах проводился с использованием программного пакета «BioDiversity Pro». Расчет индекса разнообразия Шеннона, моделей распределения проводился с использованием натурального основания логарифма. Доминирование в сообществах определялось по шкале Ренконена [7].

**Результаты и обсуждение.** Всего за время исследований было коллектирована 498 особей жуужелиц, относящихся к 28 видам из 12 родов (таблица 1). Наиболее высоким видовым богатством выделялись роды *Amara* и *Harpalus* (по 5 видов в каждом), а также *Calathus* (4 вида) и *Carabus* (3 вида). В остальных родах было отмечено представительство по 1–2 вида (таблица 1).

Таблица 1 – Видовой состав и относительное обилие (в %) жуужелиц в исследованных сообществах

Вид	Скважина		Контроль
	№ 127	№ 174	
1	2	3	4
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	6,11	4,35	4,26
<i>Amara bifrons</i> (Gyllenhal, 1810)	1,11	0	1,06
<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)	1,11	3,8	6,39
<i>Amara fulva</i> (Degeer, 1774)	1,11	0,54	1,06
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)	1,67	0	0
<i>Broscus cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	0	4,35	0
<i>Calathus erratus</i> (Sahlberg, 1827)	40,56	17,39	4,26
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	5	1,63	1,06
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	0	3,26	0
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	18,32	17,93	21,29
<i>Carabus glabratus</i> Paykull, 1790	4,44	3,8	29,79

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
<i>Carabus hortensis</i> Linnaeus, 1758	0	5,43	8,51
<i>Carabus nitens</i> Linnaeus, 1758	0	0,54	0
<i>Cicindela hybrida</i> Linnaeus, 1758	2,78	0	0
<i>Cicindela sylvatica</i> Linnaeus, 1758	0	3,26	0
<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	5,32
<i>Dyschiriodes globosus</i> Herbst, 1784	0,56	0	0
<i>Harpalus anxius</i> (Duftschmid, 1812)	0,56	0	0
<i>Harpalus flavescens</i> (Piller et Mitterpacher, 1783)	2,22	9,78	0
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812)	5	11,45	5,32
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)	2,78	5,43	1,06
<i>Harpalus tardus</i> (Panzer, 1797)	2,78	1,09	1,06
<i>Panagaeus bipustulatus</i> (Fabricius, 1775)	0	0,54	1,06
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1,06
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	2,22	3,26	3,19
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	0	1,63	1,06
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	0	0,54	3,19
<i>Synuchus vivalis</i> (Illiger, 1798)	1,67	0	0
<b>Всего экземпляров</b>	<b>180</b>	<b>184</b>	<b>94</b>
<b>Всего видов</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>18</b>
<b>Информационное разнообразие, H'</b>	<b>2,098</b>	<b>2,557</b>	<b>2,263</b>
<b>Концентрация доминирования, D</b>	<b>0,209</b>	<b>0,097</b>	<b>0,148</b>
<b>Выравненность по Пielу, e</b>	<b>0,723</b>	<b>0,854</b>	<b>0,783</b>
<b>Видовое богатство по Маргалёфу</b>	<b>5,199</b>	<b>5,177</b>	<b>5,943</b>

Исследованные стационары практически не отличались по видовому богатству между собой (число видов колебалось незначительно – от 18 до 20 видов). Что же касается численности, то стационары, размещённые вблизи нефтескважин, имели большее значение обнаруженных экземпляров, нежели контрольный участок. Данная особенность не вызывает удивления, так как хвойный лес, пусть даже и смешанный (в данном случае – сосняк зеленомошник, переходящий в сосняк черничник) как экосистема не отличается высокой степенью разнообразия беспозвоночных в целом и жесткокрылых в частности.

Для оценки влияния места обитания на численность жуелиц был проведен однофакторный дисперсионный анализ. Полученные результаты ( $F = 5,1$ ;  $p = 0,009$ ) свидетельствуют о достаточно высоком уровне влияния на численность места обитания жуелиц (рисунок 1).

Оценивая структуру доминирования, следует отметить, что были отмечены 2 вида жуелиц, преобладавших по численности на всех исследованных участках. Это лесной вид *Calathus micropterus* и луговой *Harpalus rubripes* (таблица 1). При этом общее число доминантов на контрольном участке леса и участке, где кромка леса примыкала к зоне отчуждения, скважины количество доминантов была наивысшей – по 6 видов. Это такие виды, как *Amara communis*, *Carabus glabratus*, *Carabus hortensis*, *Cychrus caraboides*, а также упомянутые выше 2 вида на контрольном участке и *Calathus erratus*, *Carabus hortensis*, *Harpalus flavescens*, *Harpalus rufipes* и уже отмеченные *Calathus micropterus* и *Harpalus rubripes* вблизи скважины № 174. Такая высокая численность приуроченного к открытым песчаным пространствам *Harpalus flavescens* объясняется его присутствием в начале ловушко-линии, в зоне непосредственного контакта лесного массива и зоны отчуждения нефтескважины. В окрестностях скважины № 127, на участке, отделяющем лесной массив от зоны отваловки полосой экотона, было выявлено всего 4 вида доминантов. Наряду с *Calathus micropterus* и *Harpalus rubripes* это луговые *Amara aenea* и *Calathus erratus* (таблица 1).

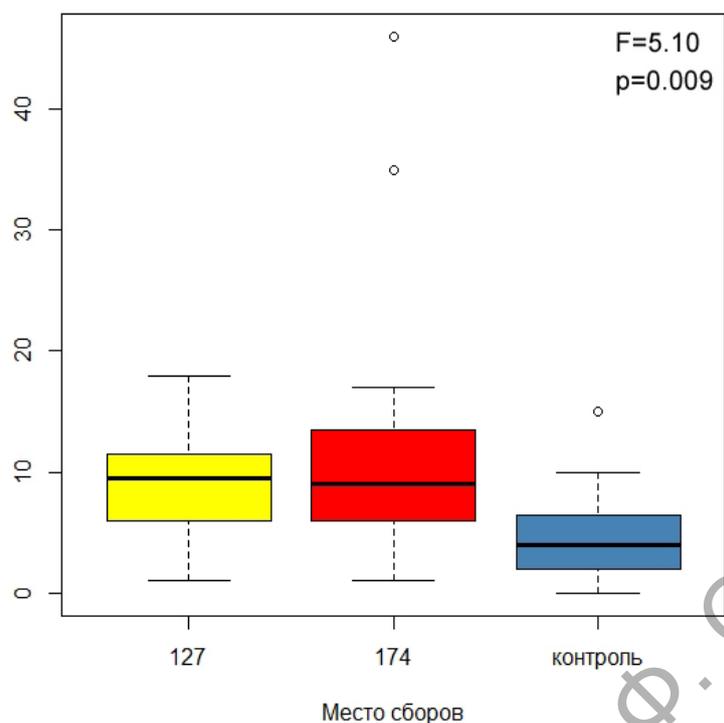
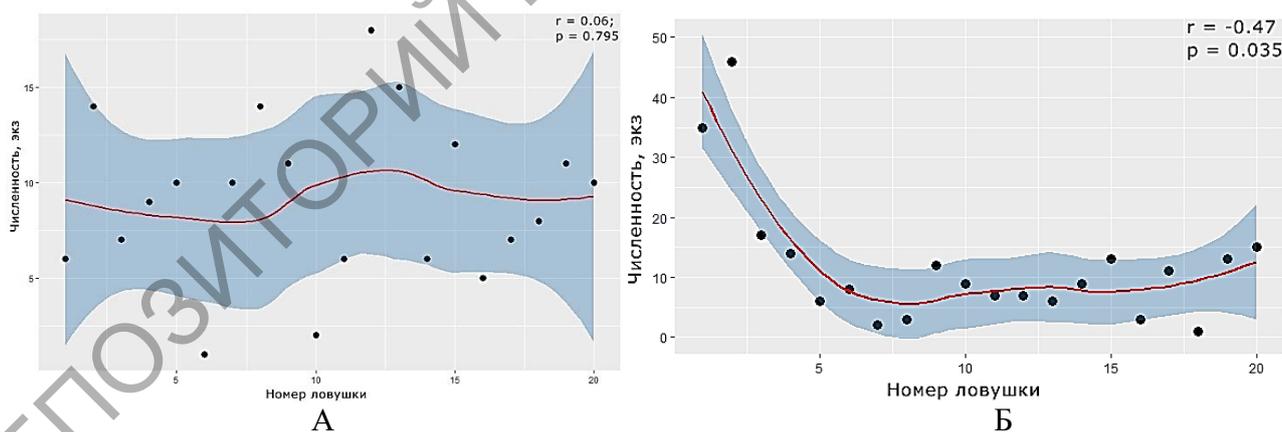


Рисунок 1 – Результаты дисперсионного анализа влияния условий обитания на численность жужелиц

Нами также были проведены исследования по зависимости численности жужелиц от удаленности от края зоны отчуждения скважины. В результате было выявлено, что в зоне экотона около скважины № 127 не наблюдается корреляционной связи между удалением от края зоны отчуждения и численностью жуков ( $r = 0,06$ ;  $p = 0,795$ ). Это можно объяснить достаточно однородной растительностью и условиями обитания для жужелиц на всем протяжении экотона.

В отличие от рассмотренного выше участка условия обитания жужелиц вблизи скважины № 174 (рисунок 2) значительно изменяются по мере углубления в лесной массив и численность жуков достоверно снижается ( $r = -0,47$ ;  $p = 0,035$ ).



А – скважина № 127; Б – скважина № 174

Рисунок 2 – Корреляционная зависимость численности жужелиц от удаленности от края зоны отчуждения нефтескважин

Подобное снижение можно объяснить высоким относительным обилием видов, связанных с открытыми песчаными пространствами (*Broscus cephalotes*, *Carabus hortensis*, *Cicindela sylvatica*) на окраине стационара, примыкающем непосредственно к песчаной зоне отваловки.

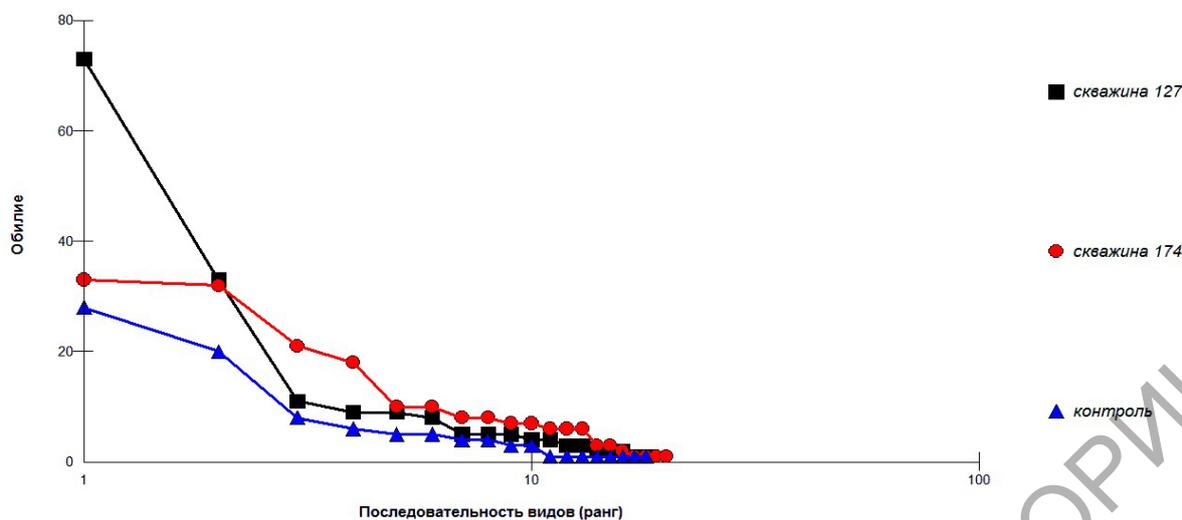


Рисунок 3 – Ранжирование видов в исследованных карабидокомплексах

При оценке ранжирования видов в исследованных сообществах было выявлено, что сообщества жесткокрылых контрольного участка и окрестностей скважины № 127, расположенное в зоне экотона, сходно с логарифмически нормальным распределением. Такой тип распределения видов характерен в своем большинстве для ненарушенных сообществ, т. е. можно предположить, что наличие широкой переходной зоны между зоной отваловки к лесному массиву нивелирует в некоторой степени техногенную трансформацию лесной экосистемы. Распределение видов в сообществе окрестностей скважины № 174 больше соответствует распределению «разломанного стержня» Макаргура. Такое распределение характерно для сообществ с интенсивной межвидовой конкуренцией (рисунок 3).

Анализируя представительство экологических групп жуужелиц нами были рассмотрены гигро- и биопреферендум, а также спектр жизненных форм (таблица 2).

Таблица 2 – Экологические группы жуужелиц в исследованных сообществах

Экологическая группа	Скважины				Контроль	
	№ 124		№ 174			
	S	N	S	N	S	N
1	2	3	4	5	6	7
<b>Гигропреферендум</b>						
мезогигрофилы	2	2,23	0	0	1	5,32
мезофилы	6	33,89	11	47,28	10	76,6
мезоксерофилы	7	54,44	6	40,76	6	13,83
ксерофилы	3	9,44	3	11,96	1	4,25
<b>Биопреферендум</b>						
лесные	3	23,33	4	27,72	5	68,09
луговые	7	19,45	8	30,43	7	17,02
полевые	8	57,22	8	41,85	6	14,89
<b>Жизненная форма</b>						
эпигеобинты летающие	1	2,78	1	3,26	0	0
эпигеобинты ходящие	1	4,44	3	9,78	3	43,62
геобинты бегающе-роющие	0	0	1	4,35	0	0
геобинты роющие	1	0,56	0	0	0	0
стратобинты скважники поверхностно-подстилочные	0	0	1	0,54	1	1,06
стратобинты скважники подстилочные	4	65,56	4	40,23	3	26,6
стратобинты зарывающиеся подстилично-почвенные	1	2,22	3	5,43	4	8,51
геохортобинты гарпалоидные	10	24,44	7	36,41	7	20,21
<i>Всего видов</i>	18		20		18	
<i>Всего экземпляров</i>		180		184		94

Примечание: S – число видов, N – относительное обилие, %.

Среди групп жужелиц по отношению к влажности местообитаний следует выделить мезофилов, предпочитающих станции, сбалансированные по этому параметру. Но только на контрольном участке они значительно преобладали как по видовому богатству, так и по численности (три четверти всех коллектированных особей жужелиц). На лесном участке, непосредственно прилегающем к зоне отчуждения нефтескважины, без плавного перехода по видовому богатству они также преобладали в значительной степени, но по численности мезоксерофильные виды, которые уже начинают тяготеть к более сухим местообитаниям, лишь незначительно уступили мезофилам, а в широкой зоне экотона мезоксерофильные виды начинают преобладать над мезофильными как по видовому богатству, так и по численности (таблица 2). Также необходимо отметить достаточно равномерное присутствие ксерофильных видов во всех исследованных карабидокомплексах, но в зоне интенсивной вырубке их численность значительно возрастает превышая как таковую в контроле (в два раза), так и в зоне экотона.

При рассмотрении биотопического преферендума жужелиц в сообществах окрестностей нефтескважин были выявлены только лесные, луговые и полевые виды. При этом на контрольном участке видовое богатство всех трех экологических групп было практически равно, но по численности явное и подавляющее преимущество было у лесных видов. На окраине лесного массива, прилегающего непосредственно к зоне отчуждения скважины, наблюдается резкое сокращение лесных видов как по видовому богатству, так и по численности практически в два раза при активном проникновении луговых, и в особенности, полевых видов, предпочитающих открытые пространства с преобладанием нескольких видов трав (таблица 2). В сообществе зона экотона продолжается дальнейшее сокращение лесных видов в пользу полевых, что объясняется достаточно благоприятными условиями для обитания жужелиц, тяготеющих к открытым задернованным пространствам.

Среди спектра жизненных форм в контрольном сообществе смешанного леса по видовому богатству преобладали геохортобионты гарпалоидные, представленные преимущественно жужелицами из родов *Harpalus*, но по численности они значительно уступали как крупным эпигеобионтам из рода *Carabus*, так и более мелким стратобионтам скважникам подстилочным (таблица 2). В то же время в лесном сообществе, напрямую примыкавшем к песчаной зоне отчуждения, наряду с высоким видовым богатством геохортобионты гарпалоидные также нарастили уже и свою численность, хотя по-прежнему уступая стратобионтам скважникам подстилочным при значительном сокращении таковой у крупных эпигеобионтов ходящих. В зоне экотона видовое богатство геохортобионтов гарпалоидных продолжило свой рост, но численность их несколько упала в пользу стратобионтов скважников подстилочных, обилие которых было представлено двумя третями от всех выявленных особей жужелиц (таблица 2).

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

1. Лесные сообщества жужелиц, непосредственно прилегающих к зоне отчуждения нефтяных скважин, представлено 28 видами из 12 родов, среди которых выделялись роды *Amara* и *Harpalus* (по 5 видов в каждом), а также *Calathus* (4 вида) и *Carabus* (3 вида).

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

3. В месте прямого прилегания песчаной зоны отчуждения к краю леса наблюдается перестройка видового состава и достоверный рост численности жужелиц (в том числе и количества доминантов), в то же время в зоне экотона таких резких изменений не выявлено.

4. В сообществе, непосредственно примыкавшем к зоне отчуждения скважины, распределение видов было наиболее характерным для биоценоза с высокой выравненностью и содержанием незанятых ниш, в отличие от зоны экотона, которая характеризовалась условиями практически не нарушенного сообщества.

5. Сообщества жужелиц окрестностей скважин Южно-Осташковского нефтяного месторождения в своем большинстве состоят из мезофилов и мезоксерофилов, видов среднего и крупного размера, предпочитающих как открытые, так и покрытые древесной растительностью местообитания 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 лесных видов жулици, 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. Аверин, В. С. Видовая структура сообществ мышевидных грызунов в условиях добычи нефти разными способами / В. С. Аверин, Д. В. Потапов, Н. Г. Галиновский // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – 2017. – № 3. – С. 5–11.
4. Галиновский, Н. Г. Карабидокомплексы окрестностей скважин Судовицкого нефтяного месторождения (Республика Беларусь) / Н. Г. Галиновский, Д. В. Потапов, В. С. Аверин // Вестник Брестского гос. ун-та им. А.С. Пушкина. – 2017. – № 2. – С. 25–32.
5. Галиновский, Н. Г. Оценка влияния обустройства нефтяных скважин на сообщества жесткокрылых (Ectognatha, Coleoptera) на примере Судовицкого нефтяного месторождения (Республика Беларусь) / Н. Г. Галиновский, О. М. Демиденко, Д. В. Потапов, В. С. Аверин // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – 2018. – № 3. – С. 24–29.
6. Галиновский, Н. Г. Оценка влияния высева злаковых трав в зоне отчуждения нефтяных скважин на видовую структуру сообществ жесткокрылых (Ectognatha, Coleoptera) на примере Судовицкого нефтяного месторождения (Республика Беларусь) / Н. Г. Галиновский, О. М. Демиденко, Д. В. Потапов, В. С. Аверин // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – 2019. – № 3. – С. 11–17.
7. Renkonen, O. Statistish-Okologische Untersuchungen uber die terrestrische Kaferwelt der finnischen Bruchmoore / O. Renkonen // Ann. Zool. – Bot. Soc. Fennicae. – 1938. – № 6. – P. 1–30.

Гомельский государственный  
университет имени Франциска Скорины

Поступила в редакцию 26.11.2021