

УДК 502.175:502.211:622.276

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЪЕКТЫ ЖИВОТНОГО МИРА ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Д. В. ПОТАПОВ¹⁾, Н. Г. ГАЛИНОВСКИЙ¹⁾, В. С. АВЕРИН¹⁾, О. М. ДЕМИДЕНКО¹⁾

¹⁾Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
ул. Советская, 104, 246039, г. Гомель, Беларусь

На основе анализа состояния зооценозов в условиях экосистем, сопряженных с площадками разведки и добычи нефти, произведена оценка ущерба, наносимого зообиоте обустройством и эксплуатацией нефтяных скважин. Впервые для Гомельского региона разработаны мероприятия и практические рекомендации, минимизирующие наносимый ущерб. Было выявлено, что обустройство дополнительной полосы, шириной до 20 м, засаженной травянисто-кустарниковой растительностью, способствуют сохранению видового состава беспозвоночных животных за счет образования пограничного эффекта. Отсутствие подобной буферной зоны приводит к проникновению песка в лесную экосистему, изменяет ее гидрологический режим, что приводит к усыханию деревьев и росту численности стволовых вредителей лесных пород. Также выявлено, что оборудование нефтяных скважин в луговых экосистемах, связанное со снятием естественного дерна, а также вырубкой древесно-кустарниковой растительности и завозом сюда песка для обустройства зоны обваловки и зоны отчуждения приводит к изменениям видовой структуры сообществ беспозвоночных. Подобная антропогенная трансформация луговых экосистем сопровождается ростом численности беспозвоночных животных, приуроченных к обитанию на обширных песчаных пространствах и уменьшении доли видов, предпочитающих травянистые местообитания. В результате исследований было показано, что сохранение снятого в ходе технологических работ почвенного слоя целесообразно для дальнейшей рекультивации трансформированной экосистемы. Было выявлено, что при высеве травосмеси из овсяницы красной и овечьей, мяты лугового, райграса многолетнего совместно с внесением комплексного азотно-fosфорного удобрения в зоне отчуждения нефтяной скважины наблюдался рост численности жесткокрылых внутри площадки с посевами. Кроме того, внутри посевов снижалось обилие видов, приуроченных к песчаным территориям и отмечался рост численности, а также видовое богатство луговых видов, тяготеющих к территориям с высоким проективным покрытием трав. При этом так же, как и в случае с беспозвоночными, отмечается увеличение численности жесткокрылых у наружной кромки посевов, что, по нашему мнению, может быть объяснено своеобразным краевым эффектом.

Ключевые слова: зообиота; нефтедобыча; эксплуатация нефтяных скважин; оценка ущерба; практические рекомендации.

Образец цитирования:

Потапов ДВ, Галиновский НГ, Аверин ВС, Демиденко ОМ. Предотвращение вредного воздействия на объекты животного мира при обустройстве и эксплуатации нефтяных скважин. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2021;3:27–39.

<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2021-3-27-39>

Авторы:

Дмитрий Викторович Потапов – старший преподаватель кафедры зоологии, физиологии и генетики.

Николай Геннадьевич Галиновский – кандидат биологических наук; доцент кафедры зоологии, физиологии и генетики.

Виктор Сергеевич Аверин – доктор биологических наук, профессор; декан биологического факультета.

Олег Михайлович Демиденко – доктор технических наук, профессор; проректор по научной работе.

For citation:

Potapov DV, Galinovskiy NG, Averin VS, Demidenko OM. Preventing the harmful effect on fauna at oil wells arrangement and operation . *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2021;3:27–39. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2021-3-27-39>

Authors:

Dmitry V. Potapov, senior lecturer at the department of zoology, physiology and genetics.

potapov@gsu.by

Nikolay G. Galinovskiy, PhD (biology); associate professor at the department of zoology, physiology and genetics.

galinovsky@gsu.by

Viktor S. Averin, doctor of science (biology), full professor; dean at the faculty of biology.

averin@gsu.by

Oleg M. Demidenko, doctor of science (technical), full professor; deputy director for research.

PREVENTING THE HARMFUL EFFECT ON FAUNA AT OIL WELLS ARRANGEMENT AND OPERATION

D. V. POTAPOV^a, N. G. GALINOVSKIY^a, V. S. AVERIN^a, O. M. DEMIDENKO^a

^aFrancisk Skorina Gomel State University,
108 Saveckaja Street, Homiel 246028, Belarus
Corresponding author: Potapov D. V. (potapov@gsu.by)

The damage that is incurred to zoobiota by oil wells development and operation has been evaluated for Gomel region for the first time. This evaluation has been made based on the analysis of zoocenoses state under the conditions of ecosystems that are linked to oil exploration and production sites. Measures and practical recommendations have been also developed. They can reduce the damage incurred. It has been found out that development of an additional area facilitates the conservation of invertebrate animals species composition by edge effect formation. This area is up to 20 meters wide and planted with grass and shrubs. The absence of such a buffer zone leads to ingress of sand to a forest ecosystem, changes its hydrological conditions, which factors into trees shrinkage and increase of secondary insects number. It has also been revealed that the equipment of oil wells in grassland ecosystems brings about changes in species composition of invertebrate communities. The above-mentioned equipment is associated with natural thatch removal as well as with cutting down trees and shrubs, and injection of sand here to develop bonding zone and setback (buffer) area. Similar anthropogenic transformation of grassland ecosystems is accompanied by an increase of the number of invertebrate animals inhabiting vast sand spaces and a decrease in the proportion of species preferring grassy habitats. As a result of research, it has been shown that it makes sense to preserve the soil layer removed at technological works for further soil reclamation of the transformed ecosystem. It has been detected that the Coleoptera number has increased within the site in the setback (buffer) area of oil wells. Grass mixture of red and sheep's fescue, meadow grass, and perennial ryegrass were sowed on this site and the complex nitrogen-phosphate fertilizer was added. Moreover, species abundance inhabiting sand areas has been decreasing within seeds and the number and richness of meadow species tending to areas of high projective grass cover have been increased. At the same, time there is an increase of Coleoptera number neat the outer edge of seeds as in the case with invertebrate animals. In our opinion, it can be explained by a particular border effect.

Keywords: zoobiota; oil production; oil wells operation; damage evaluation; practical recommendations.

Введение

На территории Гомельской обл. (Республика Беларусь) активно производится разведка и добыча нефти в условиях природных экосистем разного типа. Это оказывает большое влияние на состояние биоты, населяющей экосистемы, сопряженные с нефтедобычей.

Как показывают исследования, проведенные в условиях Судовицкого (2016–2018 гг.) и Южно-Осташковичского (2019–2020 гг.) нефтяных месторождений, ключевыми критериями воздействия являются антропогенная трансформация природных территорий, сопровождающаяся снижением проективного покрытия растительности, изменением гидрорежима в сторону снижения влажности, изменением видового состава биоты, а также численности отдельных видов беспозвоночных и позвоночных животных [1–4].

Опираясь на вышеперечисленные факторы, изучение состояния экосистем и различных видов зообиоты в них, сопряженных с площадками добычи нефти, является крайне актуальным, особенно в связи с возможностью оценки ущерба, наносимого нефтедобычей и выработкой предложений, минимизирующих этот ущерб. Немаловажным является готовность представителей организаций, ведущей нефтедобычу (ПО «Белоруснефть»), к сотрудничеству по оценке ущерба, приносимого нефтедобычей природным сообществам, что является обязательным условием осуществления разведки нефтяных месторождений и добычи нефти на них.

Применение рекомендаций позволит минимизировать ущерб животному миру при обустройстве и эксплуатации нефтяных скважин во время проведения нефтеразработок, а также учитывать фактические данные воздействия на биоту, при расчете компенсационных выплат за ущерб животному миру.

Материалы и методы исследования

Территория Гомельской обл. является единственной в условиях Беларуси, где производится разведка и добыча нефти. Условно 63 нефтяных месторождения Гомельской обл. приурочены к 3 типам экосистем:

1) луговые экосистемы речных пойм (Судовицкое, Отрубовское, Березинское, Восточно-Березинское, Озерщинское нефтяные месторождения и др.);

2) открытые агрозоны сельскохозяйственных угодий (Речицкое, Красносельское, Ветхинское нефтяные месторождения и др.);

3) лесные экосистемы (Тишковское, Западно-Тишковское, Южно-Тишковское, Южно-Осташковичское нефтяные месторождения и др.).

В 2016–2018 гг. осуществлены исследования состояния зообиоты на трех стационарах в условиях при-террасных незатапливаемых луговых экосистем поймы р. Березина (Судовицкое нефтяное месторождение).

1. Скважина № 32 – зона обваловки 100×70 м, зона отчуждения 150×120 м. Зона обваловки характеризуется полным отсутствием биоты, а в зоне отчуждения встречаются травянистые растения (ослинник двудомный, икотник серо-зеленый, ястребинка волосистая, пырей ползучий, овсяница овечья, овсюг) с площадью проективного покрытия 30 %. Почва песчаная.

2. Скважина № 36 – зона обваловки 92×92 м, зона отчуждения 110×120 м. Зона обваловки сильно запечечена, характеризуется полным отсутствием биоты, далее встречаются травянистые растения (ослинник двудомный, икотник серо-зеленый, ястребинка волосистая, пырей ползучий, мятылник луговой, подорожник ланцетолистный) с площадью проективного покрытия (30–40) %. Почва недалеко от зоны обваловки песчаная, в 10–15 м от ее обваловки начинается тяжелая супесь, площадь проективного покрытия здесь увеличивается до 50 %. За полосой отчуждения с северной стороны начинается лесной массив.

3. Скважина № 47 – зона обваловки составляет 100×105 м, зона отчуждения 140×150 м. Зона обваловки, как и на прочих скважинах добычи нефти, характеризуется полным отсутствием биоты. В начале зоны отчуждения (15–20 м) проективное покрытие составляет всего 5 %: встречаются немногочисленные травянистые растения – пырей ползучий, ястребинка волосистая). Через 30–40 м зоны отчуждения проективное покрытие резко увеличивается (до 85 %), появляются мятылник луговой, полынь горькая, мышиный горошек и другие полевые растения. Почва песчаная.

В 2019–2020 гг. осуществлены исследования состояния зообиоты на 2 стационарах в условиях экосистем лесного типа (Южно-Осташковичское нефтяное месторождение).

1. Скважина № 127 – зона обваловки 100×100 м, зона отчуждения 120×120 м. Стационар учетов зообиоты расположен в условиях экотона (смежной полосы с лугово-кустарниковой растительностью), между зоной отчуждения скважины и лесной стацией.

2. Скважина № 174 – зона обваловки 80×80 м, зона отчуждения 90×90 м. Стационар учетов зообиоты расположен в условиях лесной стации.

Сбор беспозвоночных животных проводился при помощи почвенных ловушек. В качестве почвенных ловушек использовались полистироловые стаканы, объемом 0,5 л, на одну треть заполненные фиксатором – 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 обваловки скважины.

Собранные беспозвоночные в лаборатории выкладывались на ватные слои для дальнейшего хранения и определения. Идентификация видов жесткокрылых проводилась с использованием определительных таблиц [5–8].

Для статистической обработки количественных показателей использовались пакеты прикладных программ. Первичная база беспозвоночных, включающая в себя данные о таксономической принадлежности, распространении, биопреферендуме, гигропреферендуме, пищевой специализации и численности составлялась с использованием *MS Excel*. Для анализа распределений, средних, ошибок и верификации гипотез об их различиях и связях использовался пакет *Statistica 7.0*. Показатели α-разнообразия в сообществах [9–12], а также кластерный анализ проводился с использованием программного пакета *BioDiversity Pro*. Расчет индекса разнообразия Шеннона, моделей распределения рассчитывался с использованием натурального основания логарифма.

В основу кластеризации заложен коэффициент сходства Жаккара. Доминирование в сообществах определялось по шкале Ренконена [13]. По ней виды, доля которых составляет более 5 % от общего числа особей, считаются доминантными; (2–5) % – субдоминантными; (1–2) % – рецедентными; менее 1 % – субрецедентными.

На основе полученных данных был составлен аннотированный список видов жесткокрылых обследованных стационаров, который включает в себя следующие характеристики: название, распространенные синонимы, тип ареала, биотопическую приуроченность, зимующую фазу, срок генерации [14–16].

Результаты исследования и их обсуждение

Обоснование обустройства дополнительной полосы между зоной отчуждения скважины и краем лесного массива шириной 15–20 м, засеянной травянисто-кустарниковой растительностью (на примере скважин № 127 и 174 Южно-Осташковического нефтяного месторождения). В ходе проведения исследований было изучено изменение численности беспозвоночных по мере удаления от края зоны отчуждения на участках, примыкающих к скважинам. Отмечено, что если вблизи скважины № 127 на

территории экотона по мере продвижения к краю леса численность беспозвоночных изменялась незначительно, что и подтверждается невысоким коэффициентом регрессии (рис. 1), то на участке лесного массива, примыкающем к скважине № 174, наблюдалось резкое снижение численности по мере продвижения вглубь от края зоны отчуждения с относительно высоким коэффициентом регрессии (рис. 2).

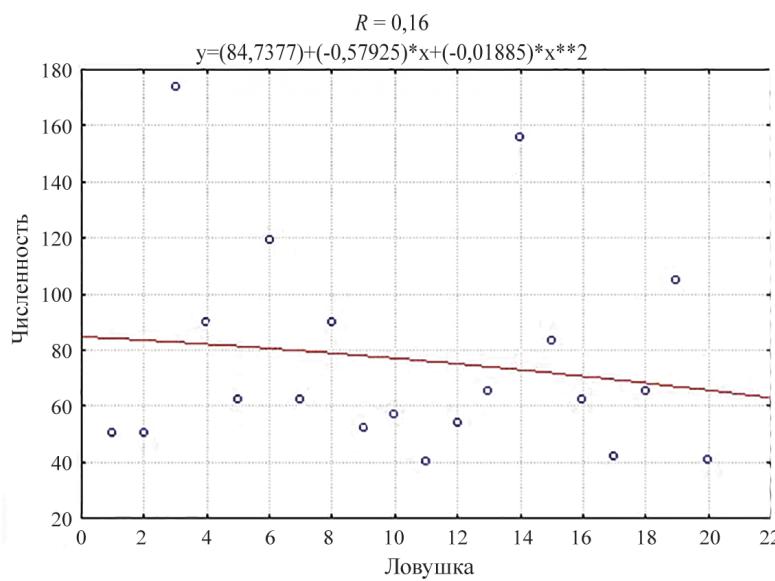


Рис. 1. Регрессия численности беспозвоночных на стационаре, примыкающем к скважине № 127

Fig. 1. Invertebrate population regression at the stationary site adjacent to well № 127

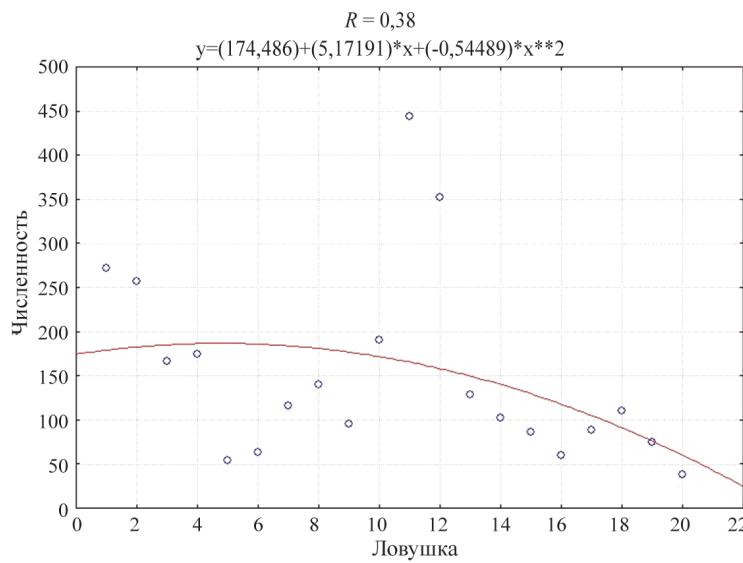


Рис. 2. Регрессия численности беспозвоночных на стационаре, примыкающем к скважине № 174

Fig. 2. Invertebrate population regression at the stationary site adjacent to well № 174

Плавность линии регрессии вблизи скважины на экотоне можно объяснить достаточно постоянными условиями обитания беспозвоночных, без их резких изменений, связанных с хозяйственной деятельностью человека по обустройству скважины, отсутствием резкой вариабельности и площади проективного покрытия растительности. При обнаруженной достоверной регрессии это может свидетельствовать об отсутствии каких-либо преимуществ для беспозвоночных при удалении от этой скважины.

В отличие от участка вблизи скважины № 127, на другом участке, граничащем со скважиной № 174, проводилось его активное преобразование, связанное с обустройством нефтеискаважины. Обустройство скважины включало в себя расширение зоны отчуждения в сторону лесного массива, выраженное в вырубке участка леса глубиной порядка 10–15 м. И если 5 первых ловушко-линий в 2019 г. находились в глубине лесного массива, то в 2020 г. они уже были расположены на открытом песчаном пространстве зоны отчуждения, которая регулярно перепахивалась грейдером для предотвращения появления растительности.

На участке, подвергнувшимся вырубке (скважина № 174), среди беспозвоночных значительно упала доля насекомых (с 90,39 % в 2019 г. до 77,19 % в 2020 г.) в пользу паукообразных, относительное обилие которых выросло в 2,5 раза. Также после вырубки не фиксировались представители таракановых – типичных обитателей лесной подстилки. Это можно объяснить изреживанием оставшихся на исследованном участке лесных насаждений, что привело к деградации травянисто-мохового яруса (в связи с изменением гидрологического режима), в котором остался только хвойный опад.

Распределение численности жесткокрылых по мере удаления от края зоны отчуждения скважины № 127 также достаточно плавное, без резких скачков (рис. 3), только в начале ловушко-линии на внешней границе экотона наблюдалось увеличение численности. Это может быть связано с ростом численности медляка песчаного (*Opatrum sabulosum*), который фиксировался именно в первых ловушках, недалеко от края зоны отчуждения, с меньшим проективным покрытием растительности и большими зонами, покрытыми голым песком.

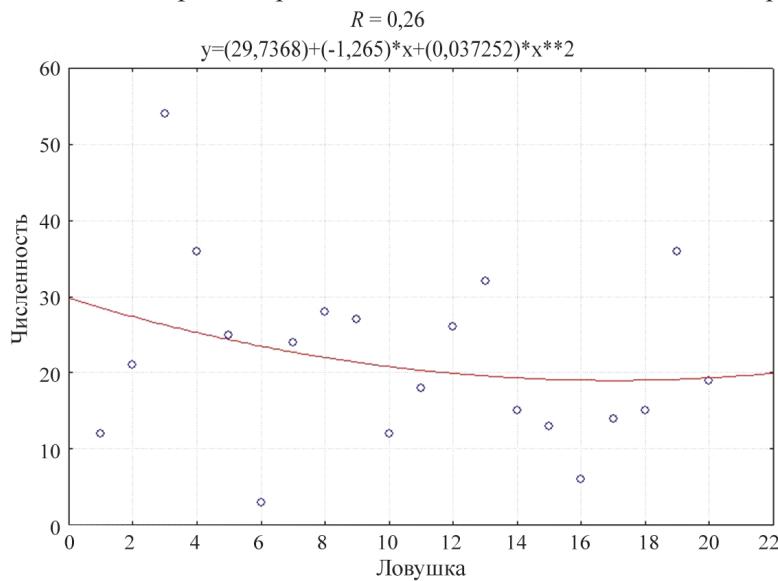


Рис. 3. Регрессия численности жесткокрылых на стационаре, примыкающем к скважине № 127

Fig. 3. Regression of the Coleoptera population at the stationary site adjacent to well № 127

При оценке влияния удаления от края зоны отчуждения на численность жесткокрылых на стационаре вблизи скважины № 174 за весь период исследований отмечается достоверное снижение численности по мере продвижения вглубь лесного массива, а затем резкое ее увеличение при очень высоких показателях коэффициента регрессии (рис. 4), свидетельствующем о значительной зависимости этих двух признаков между собой.

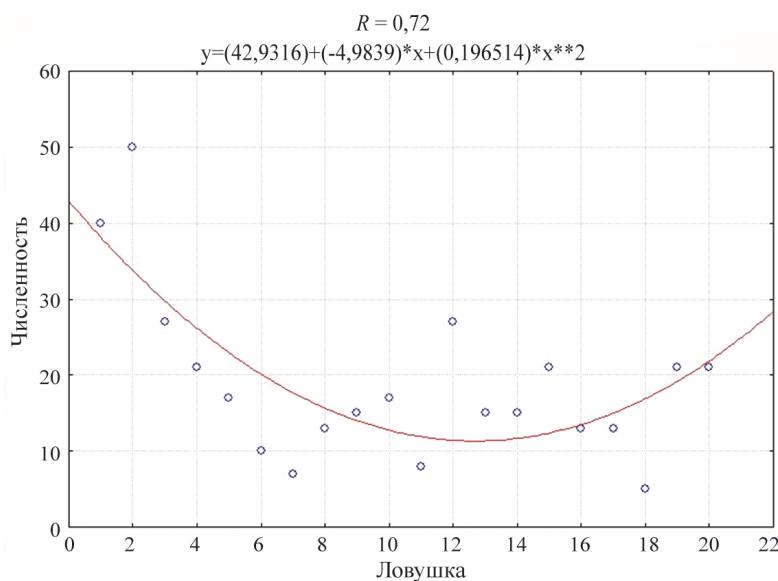


Рис. 4. Регрессия численности жесткокрылых на стационаре, примыкающем к скважине № 174

Fig. 4. Regression of the Coleoptera population at the stationary site adjacent to well № 174

При этом, как показали исследования, проведенные ранее для скважин Судовицкого нефтяного месторождения, рост численности жужелицы *H. flavescentes* характерен в условиях увеличения площадей с открытыми запесоченными пространствами, что и наблюдалось в данном случае. Для сравнения – до вырубки численность беспозвоночных была достаточно выравнена на всем протяжении исследованной территории по мере удаления от скважины (рис. 5).

Также необходимо отметить тот факт, что в результате вырубки достоверно снизилась численность беспозвоночных (рис. 5). Следует выделить значительный рост стволовых вредителей сосны. Рост численности большого соснового долгоносика (*Hylobius abietis*) составил более, чем в 2,5 раза (от 13,59 до 35,45 %), сосновая смолевка (*Pissodes pini*) не только увеличила свою численность более, чем в 3 раза (от 1,63 до 5,73 %), но и вошла в число доминантов на этом участке. Кроме того, если рассматривать видовое сходство жесткокрылых на стационаре до и после вырубки, то коэффициент Жаккара составил всего 0,35, что может свидетельствовать о значительной перестройке видового спектра до слабого сходства после активного вмешательства человека.

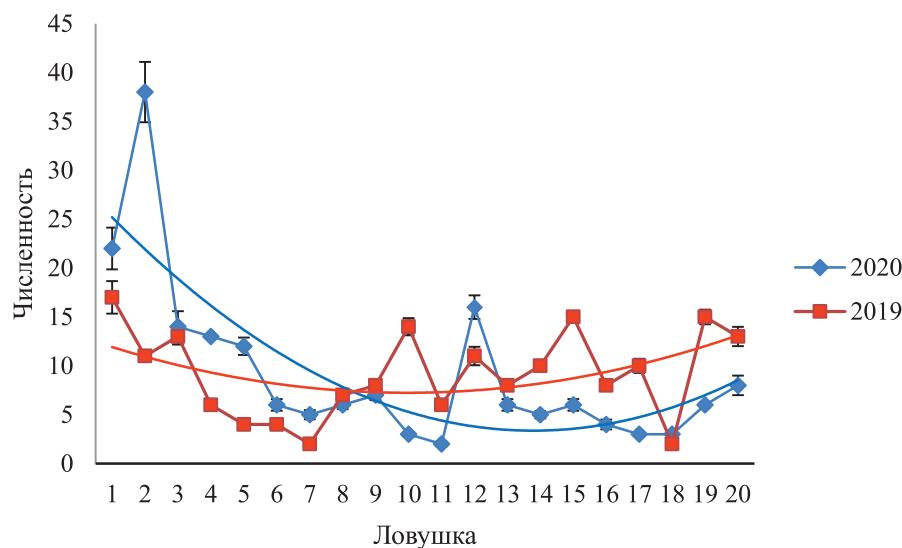


Рис. 5. Колебание численности жесткокрылых до (2019 г.) и после (2020 г.) вырубки вблизи скважины № 174

Fig. 5. Variation in the number of Coleoptera before (2019) and after (2020) logging near well № 174

Таким образом, полученные данные позволяют рекомендовать резервирование дополнительной полосы между зоной отчуждения и краем лесного массива шириной 15–20 м, засеянной травянисто-кустарниковой растительностью. Данная буферная зона будет способствовать нивелированию негативного эффекта вырубок древесных насаждений и прочих мероприятий по обустройству скважин для фауны лесных экосистем.

Обоснование целесообразности минимизации выноса песка и строительных материалов естественным путем и в ходе работы технологического транспорта из зон строительства и обустройства скважин (на примере скважин № 32, 36 и 47 Судовицкого нефтяного месторождения). При строительстве и обустройстве нефтяных скважин происходит прямая трансформация текущей экосистемы в связи со снятием естественного дерна, а также вырубкой древесно-кустарниковой растительности и завозом сюда песка для обустройства зоны обваловки и зоны отчуждения. Данные преобразования не проходят бесследно для фауны жесткокрылых и прочих беспозвоночных, обитающих в луговых и лесных ценозах.

Как показали исследования герпетобионтных жесткокрылых, проведенные в экосистемах, примыкающих к нефтекважинам Судовицкого нефтяного месторождения, было выявлено, что жужелицы *Calathus erratus* и *Harpalus flavescentes*, выделенные в роли массовых доминантов по итогам анализа трехлетней численности, в целом преобладали на протяжении всего периода исследований.

В результате проведенного дисперсионного анализа было выявлено, что на исследованных скважинах наблюдалось достоверное влияние антропогенной трансформации территории на изменение численности жесткокрылых: скважина № 36 – $F=2,898$, $p<0,001$ (рис. 6); скважина № 47 – $F=1,866$, $p<0,05$ (рис. 7). Для скважины № 32 дисперсионный анализ не показал прямого влияния – $F=1,028$, $p=0,44$ (рис. 8), но в тоже время наблюдающаяся тенденция позволила предположить наличие не планомерного, а ступенчатого изменения, что косвенно подтверждается и достаточно значимой криволинейной регрессией.

Для проверки этой гипотезы нами был проведен кластерный анализ, который достоверно объединил всю ловушко-линию в 4 кластера, которые совпадали с означенными выше зонами (голый песок, песок с редкой растительностью, песок с 50 % проективным покрытием растительности и краевой участок,

примыкающий к пойме). Оценка влияния фактора удаленности уже на кластеры показала крайне высокую зависимость для центра каждого – $F = 172,88, p < 0,0001$ (рис. 9).

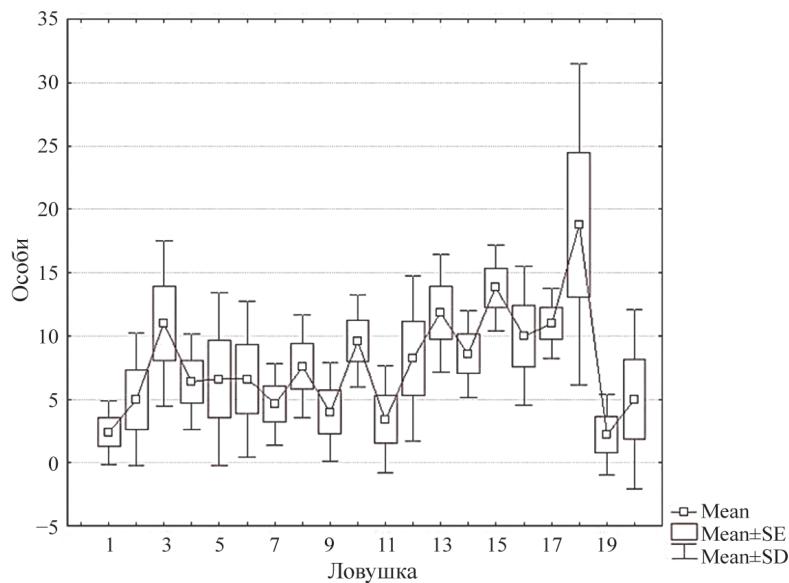


Рис. 6. Результаты однофакторного дисперсионного анализа оценки влияния удаленности от края обваловки нефтяной скважины на численность жесткокрылых в условиях стационара скважины № 36

Fig. 6. Results of a single-factor analysis of variance to assess the effect of the distance from the edge of the oil well collapse on the number of Coleoptera in the stationary conditions of well № 36

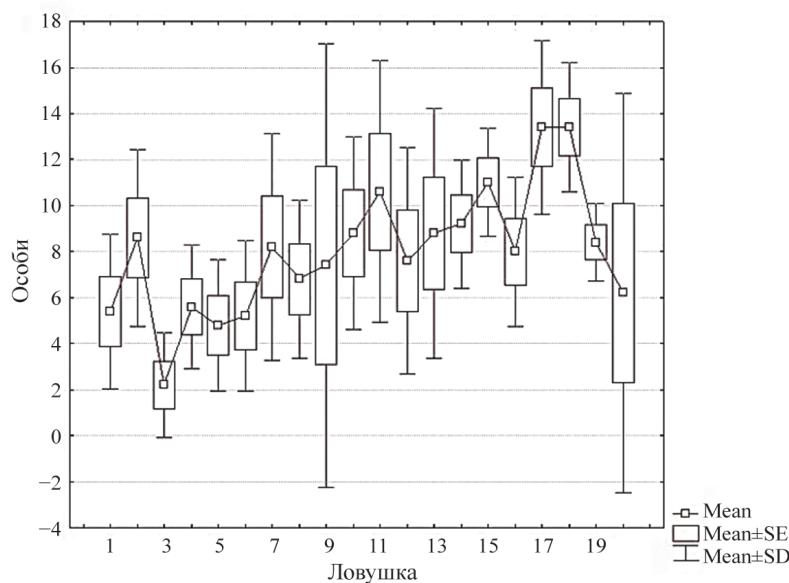


Рис. 7. Результаты однофакторного дисперсионного анализа оценки влияния удаленности от края обваловки нефтяной скважины на численность жесткокрылых в условиях стационара скважины № 47

Fig. 7. Results of a single-factor analysis of variance to assess the effect of the distance from the edge of the oil well collapse on the number of Coleoptera in the stationary conditions of well № 47

Таким образом, можно сказать, что трансформация человеком поймы в результате организации нефтяных скважин, ведущая к аридизации территории путем запесочивания, существенно влияет на численность жесткокрылых, приводя к существенному и достоверному ее падению, а также росту численности видов, предпочитающих сухие и песчаные стации.

В связи с этим целесообразно, по возможности, минимизировать вынос песка и строительных материалов естественным путем и в ходе работы технологического транспорта из зон строительства в сторону естественных экосистем, а также осуществлять движение технологического транспорта только по установленным маршрутам движения, максимально используя существующие дороги и подъездные пути.

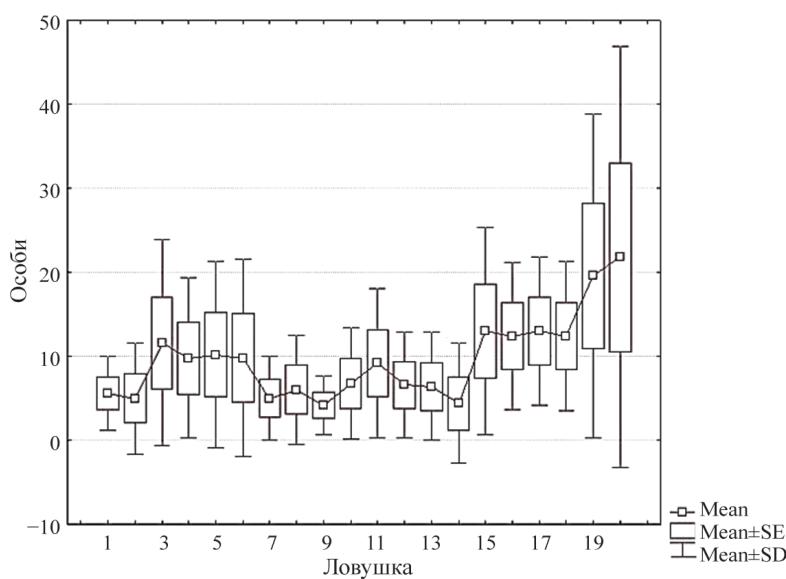


Рис. 8. Результаты однофакторного дисперсионного анализа оценки влияния удаленности от края обваловки нефтяной скважины на численность жесткокрылых в условиях стационара скважины № 32

Fig. 8. Results of a single-factor analysis of variance to assess the effect of the distance from the edge of the oil well collapse on the number of Coleoptera in the stationary conditions of well № 32

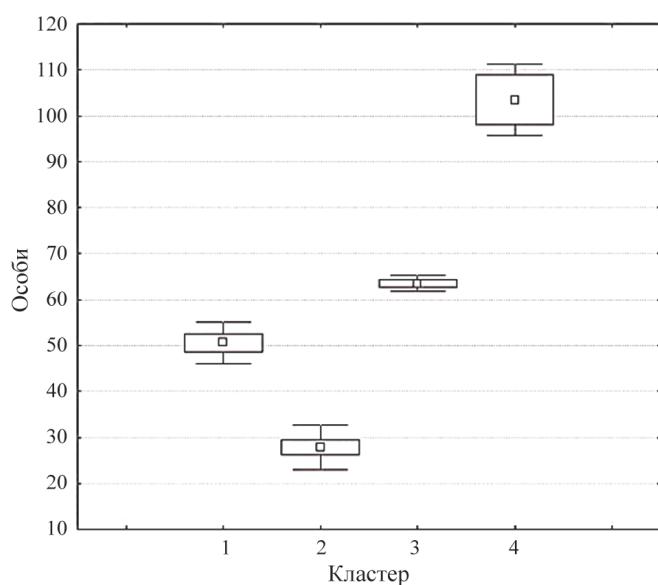


Рис. 9. Результаты дисперсионного анализа оценки влияния удаленности от края обваловки нефтяной скважины на кластеры

Fig. 9. Results of the dispersion analysis of the impact of the distance from the edge of the oil well collapse on the clusters

Обоснование целесообразности сохранения снятого в ходе технологических работ почвенного слоя с использованием методов, исключающих снижение его качественных показателей (на примере скважин № 32, 36 и 47 Судовицкого нефтяного месторождения). В течение полевого сезона 2018 г. на территории Судовицкого нефтяного месторождения проводились работы по восстановлению земель, нарушенных в ходе организации и эксплуатации нефтяных скважин. Рекультивационным мероприятиям подверглись участки, сопряженные с зоной отчуждения скважин № 32, 36 и 47. Зона отчуждения характеризовалась сильным запесочиванием привозным песком, в связи с разносом его из зоны обваловки естественным путем. В пределах зон отчуждения на пробных участках площадью 50 м² (5×10 м) вначале был произведен горнотехнический этап рекультивации, сопровождавшийся механической обработкой территории: очистка поверхности почвы от камней, мусора, остатков растительной ветоши, сорняков-космополитов. Далее осуществлен биологический этап, суть которого свелась к высеву на пробных участках (согласно стандартным методикам) злаковой травосмеси, состоящей из овсяницы красной и овечьей,

мятлика лугового, райграса многолетнего. Также паралельно с высевом производилось внесение удобрения «Аммофоскамид» (марка «для газона»), содержащего азот и фосфор. Высев травосмеси на пробных площадках был осуществлен в апреле 2018 г.

В течение полевого сезона 2018 г. были осуществлены повторные выезды на стационары Судовицкого нефтяного месторождения с целью оценки состояния рекультивационных площадок. Необходимо отметить невысокую степень всхожести примененных травосмесей: проективное покрытие растительности на пробных площадках увеличилось с 0 до 20–30 %. Это объясняется бедностью почв экспериментальных площадок, представленных привозным речным песком, а также малым количеством осадков за отчетный период. В ходе летне-осенних посещений рекультивационных площадок был произведен дополнительный подсев семян травосмесей и внесение удобрений, использованных при первом посещении, а также расчет продуктивности выросшей растительности.

Рассчитанная продуктивность растительной массы высеванных злаков на экспериментальной площадке в зоне отчуждения скважины № 32 составила 57,12 г/м²; скважины № 36 – 159,65 г/м²; скважины № 47 – 58,16 г/м². Как видно из полученных данных, самая высокая скорость восстановления проективного покрытия растительности наблюдалась в окрестностях скважины № 36, характеризующейся наименьшей степенью запесочивания, в то время как в условиях «аридных» (запесоченных) скважин № 32 и 47 зарастание экспериментальных площадок проходило медленно и неполноценно. Однако подбор оптимальных для запесоченных почв травосмесей в совокупности с использованием азотно-фосфорных удобрений позволит значительно ускорить темпы восстановления природных экосистем, сопряженных с площадками нефтедобычи.

Всего за период исследований на 3 скважинах Судовицкого нефтяного месторождения с разной степенью проективного покрытия луговой растительностью было коллекционировано 7527 экземпляров беспозвоночных животных, относящихся к 4 крупным таксонам: открытостенные насекомые, многоножки, паукообразные и ракообразные. Следует отметить, что только насекомые и паукообразные обитали в окрестностях всех исследованных скважин, ракообразные были отмечены только около скважины № 32, а многоножки не были зафиксированы у скважины № 47. При этом насекомые являлись монодоминантами, и их численность на всех участках была преобладающей как внутри посевов, так и у их наружной границы (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав и относительное обилие беспозвоночных в зоне посевов смеси злаковых трав

Table 1

Taxonomic composition and relative abundance of invertebrates in the area of mixed grass crops

Таксон	Скважина № 32		Скважина № 36		Скважина № 47	
	снаружи посевов	внутри посевов	снаружи посевов	внутри посевов	снаружи посевов	внутри посевов
HEXAPODA	87,9	93,5	97,4	96,7	99,3	98,9
Otrthoptera	1,2	1,5	9,1	5,5	1,2	0,9
Heteroptera	2,3	0,3	2,6	2,1	0,1	0,5
Dermoptera	0,9	0	0	0	66,5	64,0
Coleoptera	17,3	12,3	79,3	85,2	31,4	32,3
Lepidoptera	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0
Hymenoptera	77,9	85,8	8,2	6,2	0,7	2,3
Diptera	0,2	0	0,5	0,7	0	0
MYRIAPODA	0,2	0	0,1	0,1	0	0
ARACHNIDA	10,1	5,7	2,5	3,2	0,7	1,1
CRUSTACEA	1,8	0,8	0	0	0	0
Всего экземпляров	1006	788	1179	1528	1777	1249

В результате проведения сравнения выборок беспозвоночных, обитавших внутри посевов и у их внешней границы, с использованием непараметрического Wilcoxon pair test было установлено и с крайне высокой степенью уверенности можно утверждать, что обилие беспозвоночных животных внутри посевов злаковых трав и у их внешней кромки статистически достоверно отличается лишь в окрестности скважин, имевших значительные площади песчаных пространств – скважины № 32 и 47 (рис. 10, 11). При этом отмечается увеличение численности беспозвоночных у наружной кромки посевов.

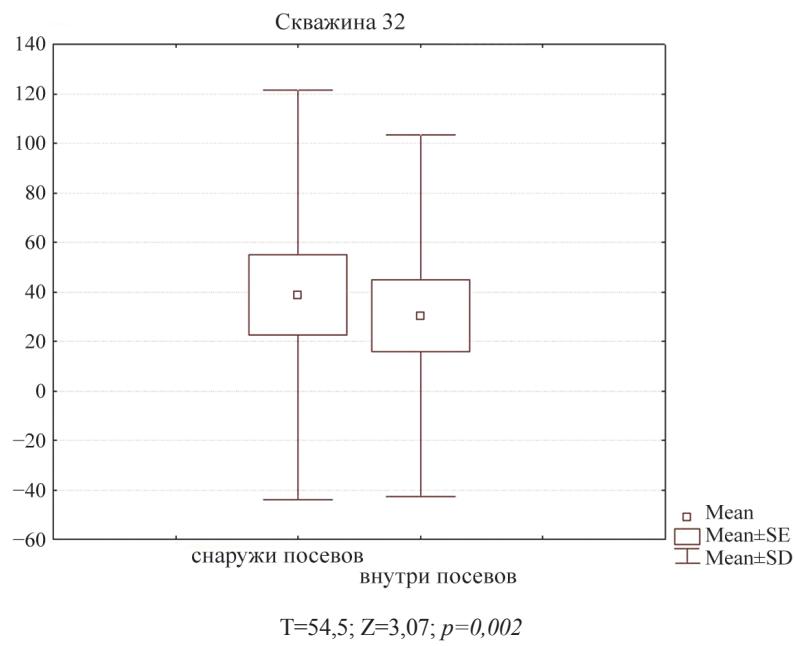


Рис. 10. Влияние посевов злаковых трав на численность беспозвоночных у скважины № 32

Fig. 10. Effect of grass crops on the number of invertebrates at well № 32

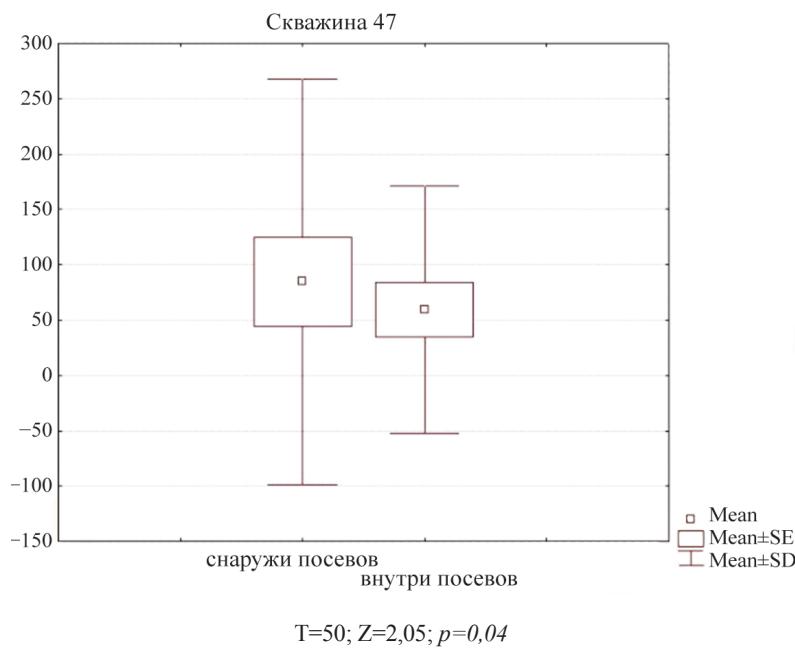


Рис. 11. Влияние посевов злаковых трав на численность беспозвоночных у скважины № 47

Fig. 11. Effect of grass crops on the number of invertebrates at well № 47

В результате того, что среди открыточелюстных насекомых в учетных выборках преобладали жесткокрылые (высокая численность перепончатокрылых на скважине № 32 и кожистокрылых на скважине № 47 связана только с такими видами, как муравьем *Lasius niger* и уховерткой *Labidura riparia* соответственно), нами был проведен анализ видового состава и численности этой группы насекомых в посадках злаковых трав.

Всего за период исследований было собрано 3 344 экземпляров жесткокрылых 60 видов, относящихся к 13 семействам. По видовому богатству и численности преобладали жужелицы, долгоносики и пластинчатоусые жуки, несколько уступали им по этим показателям щелкуны.

Был проведен анализ влияния посевов злаковых трав на численность жесткокрылых в сообществах, схожий с таковым с проведенным ранее по беспозвоночным. В результате сравнения выборок жесткокрылых,

обитавших внутри посевов и у внешней их границы, с использованием того же непараметрического Wilcoxon pair test было установлено, что обилие жесткокрылых животных внутри посевов злаковых трав и у их внешней кромки статистически достоверно отличаются лишь в окрестности скважин, имевших значительные участки запесочивания – скважины № 32 и 47 (рис. 12, 13). При этом так же, как и в случае с беспозвоночными, отмечается увеличение численности жесткокрылых у наружной кромки посевов, что, по нашему мнению, может быть объяснено своеобразным краевым эффектом.

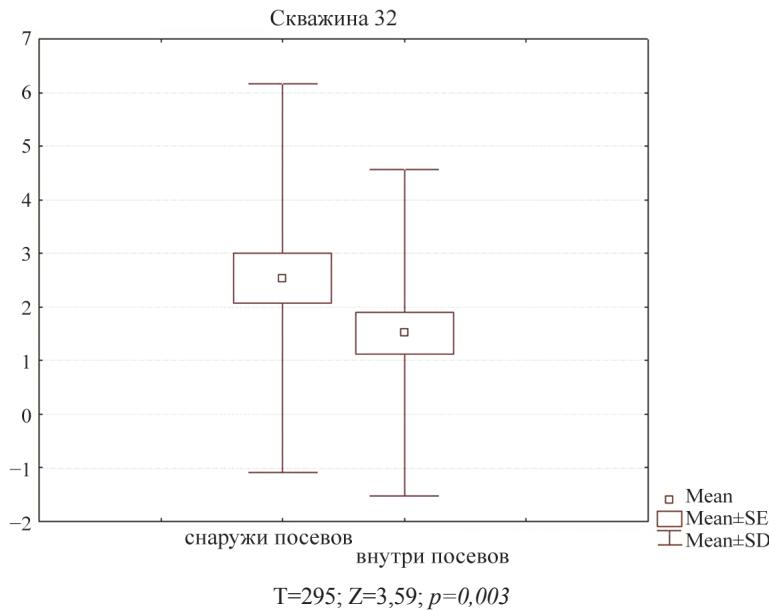


Рис. 12. Влияние посевов злаковых трав на численность жесткокрылых у скважины № 32

Fig. 12. Influence of cereal grass crops on the number of Coleoptera at well № 32

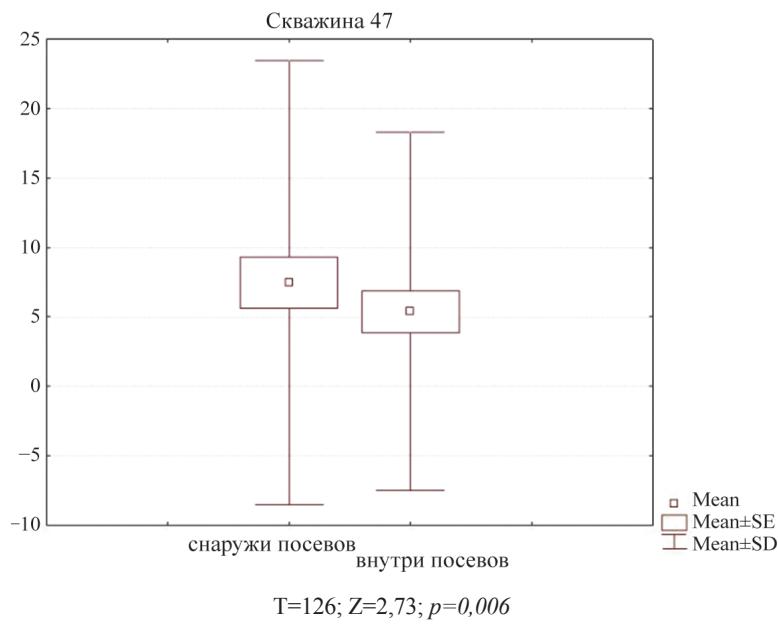


Рис. 13. Влияние посевов злаковых трав на численность жесткокрылых у скважины № 47

Fig. 13. Influence of cereal grass crops on the number of Coleoptera at well № 47

Проведенный анализ структуры доминирования показал, что жужелица *Harpalus flavescens* преобладала на всех экспериментальных участках, вне зависимости от места учета (внутри или снаружи посевов), что может говорить о ней, как о своеобразном индикаторе антропогенной нарушенности пойменных экосистем, связанной с увеличением песчаных сухих территорий.

При подробном рассмотрении сообществ жестокрылых в зоне экспериментальных посевов было выявлено, что на скважине № 32 как внутри, так и снаружи посевов доминировали хрущик *Maladera holosericea* и чернотелка *Gonocephalum pusillum*, что может свидетельствовать о приуроченности к данному местообитанию без привязки к площади проективного покрытия и наличия густого растительного покрова. Это может служить дополнительным сигналом нарушенности пойменных экосистем, связанных с запесочиванием. Внутри посевов на этой скважине преобладала жужелица *Amara aenea*, а снаружи – щелкун *Dicronychus equiseti*.

На скважине № 36 жужелица *Calathus erratus* доминировала как внутри посевов, так и у внешней их границы. Это объясняется тем, что травянистая растительность – это типичное местообитание этой полевой жужелицы, а обилие травы снаружи, у границы экспериментального участка, позволяет хорошо себя чувствовать этому виду и в этих условиях.

Скважина с наибольшей площадью песчаных пространств (№ 47) отличалась, наряду с *Harpalus flavescens*, только двумя доминантами, которые преобладали вне зависимости от наличия травянистого покрова. Это были жужелица *Harpalus rubripes* и хрущик *Maladera holosericea*. Данные виды также можно отметить в качестве дополнительного индикатора ксерофизации поймы в результате деятельности человека.

Нами проведен анализ сходства видового состава жестокрылых в каждом из сообществ скважин внутри экспериментальных посевов злаковых трав и снаружи, у внешней границы (табл. 2). В результате проведенного сравнения было установлено слабое видовое соответствие между жестокрылыми, обитавшими внутри посевов злаковой смеси и у их наружной кромки около скважины № 32. Средняя степень соответствия по видовому составу характерна для скважин № 36 и 47 (табл. 2).

Таблица 2

Сходство видового состава жестокрылых в зоне посевов смесей злаковых трав

Table 2

Similarity of the species composition of Coleoptera in the zone of crops of mixtures of grasses

Место обследования	Скважина № 32		Скважина № 36		Скважина № 47	
	снаружи посевов	внутри посевов	снаружи посевов	внутри посевов	снаружи посевов	внутри посевов
Коэффициент Жаккара, K_J		0,37		0,56		0,60

Заключение

Таким образом, для повышения продуктивности почв и растительности, а также привлечения представителей зообиоты в зону трансформации мы рекомендуем осуществлять в зоне отчуждения высев травосмесей. Они представлены семенным материалом травянистых сортов из расчета 30–60 кг семенного материала на 1 га при внесении азотных удобрений из расчета 150 кг на га. Кроме этого, рекомендуется снятый в ходе технологических работ почвенный слой хранить с применением методов, исключающих снижение его качественных показателей, и в дальнейшем использовать эти почвы для обратного восстановления земель.

Библиографические ссылки

- Галиновский НГ, Демиденко ОМ, Потапов ДВ. Оценка влияния обустройства нефтяных скважин на сообщества жестокрылых (Ectognatha, Coleoptera) на примере Судовицкого нефтяного месторождения (Республика Беларусь). *Известия ГГУ*. 2018;3(108):24–29.
- Галиновский НГ, Потапов ДВ, Аверин ВС. Жестокрылые (Ectognatha, Coleoptera) отваловки скважин Судовицкого нефтяного месторождения (Светлогорский район) с разной степенью развития растительного покрова. В: *Актуальные проблемы экологии. Сборник научных статей*. Гродно: ЮрCaПринт; 2018. с. 52–55.
- Потапов ДВ. К вопросу о состоянии сообществ мышевидных грызунов в условиях нефтедобычи. *Альманах современной науки и образования*. Тамбов: Грамота; 2016;10(112):59–62.
- Аверин ВС, Потапов ДВ, Галиновский НГ. Видовая структура сообществ мышевидных грызунов в условиях добычи нефти разными способами. *Известия ГГУ*. 2017;3(102):5–10.
- Лопатин ИК. *Жуки-листоеды фауны Белоруссии и Прибалтики*. Минск: Вышэйшая школа; 1986.
- Лопатин ИК, Нестерова ОЛ. *Насекомые Беларуси: листоеды (Coleoptera, Chrysomelidae)*. Минск: Технопринт; 2005.
- Быховский БЕ, главный редактор. *Определитель насекомых Европейской части СССР. Том 2. Жестокрылые. Веерокрылые*. Москва – Ленинград: Наука; 1964–1981.
- Фролов АВ. Определитель жуков рода *Aphodius* (Coleoptera, Scarabaeidae) Беларуси. *Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных науку*. 1999;4:98–104.

9. Magurran A. Ecological diversity and its measurement. London – Sydney: Croom Helm; 1983.
10. Касимов НС и др. География и мониторинг биоразнообразия. Москва: Издательство Научного и научно-методического центра; 2002.
11. Menchinik E. A comparson of some species diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology*. 1964;45:859–861.
12. Schüller D, Ricklefs D. Species Diversity: An Introduction To The Problem. In: *Species diversity in ecological communities. Historical and geographical perspectives*. New York: [publisher unknown]; 1993. p. 1–10.
13. Renkonnen O. Statistisch-Okologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Annales Botanici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae*. 1938;6:1–30.
14. Александрович ОР. Жуки жужелицы (Coleoptera, Carabidae) фауны Белоруссии. В: *Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии: сборник научных статей*. Минск: Навука і тэхніка; 1991. с. 37–78.
15. Александрович ОР, Писаненко АД. Пластинчатоусые жуки (Coleoptera, Scarabaeidae) фауны Белоруссии. В: *Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии: сборник научных статей*. Минск: Навука і тэхніка; 1991. с. 79–94.
16. Буга СВ, Шалапенок ЕС. Обзор фауны кокцинеллид (Coleoptera, Coccinellidae) Белоруссии. В: *Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии: сборник научных статей*. Минск: Навука і тэхніка; 1991. с. 111–126.

References

1. Galinovsky NG, Demidenko OM, Potapov DV, Averin VS. Assessment of the impact of oil well construction on the coleopteran communities (Ectognatha, Coleoptera) using the example of the Sudovitsk oil field (Republic of Belarus). *Izvestia Gomelskogo gosudarsvennogo universiteta im. F. Skoriny*. 2018;3(108):24–29. Russian.
2. Halinowski M, Potapov D, Averin V. *Zhestkokrylyye (Ectognatha, Coleoptera) otvalovki skvazhin Sudovitskogo neftyanogo mestorozhdeniya (Svetlogorskiy rayon) s raznoy stepeniyu razvitiya rastitel'nogo pokrova* [Beetles (Ectognatha, Coleoptera) wells Sudovitskogo oil field (Svetlogorsk district) with varying degrees of vegetation]. In: *Aktualnye problemy ekologii: sbornik nauchykh statej*. Grodno: YurSaPrint; 2018. p. 52–55. Russian.
3. Potapov D. On the question of the state of communities of mouse-like rodents in the conditions of oil production. *Almanakh sovremennoy nauki i obrazovaniya*. Tambov: Gramota; 2016;10(112):59–62. Russian.
4. Averin VS, Potapov DV, Galinovsky NG. Species structure of mouse-rodent communities in conditions of oil production in different ways. *Izvestia Gomelskogo gosudarsvennogo universiteta im. F. Skoriny*. 2017;3(102):5–10. Russian.
5. Lopatin IK. *Zhuki-listoyedy fauny Belorussii i Pribaltiki* [Leaf-Beetles fauna of Belarus and the Baltic States]. Minsk: Vysheyshaya shkola; 1986. Russian.
6. Lopatin IK, Nesterova OL. *Nasekomyye Belarusi: listoyedy (Coleoptera, Chrysomelidae)* [Insects of Belarus: leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae)]. Minsk: Technoprint; 2005. Russian.
7. Bykhovsky BE, editor-in-chief. *Opredelitel nasekomykh Yevropeyskoy chasti SSSR. Tom 2. Zhestkokrylyye. Veyerokrylyye* [Keys to insects of the European part of the USSR. In 5 volumes]. Moscow – Leningrad: Nauka; 1964–1981. Russian.
8. Frolov AV. Keys to coleoptera of the genus Aphodius (Coleoptera, Scarabaeidae) of Belarus. *Vesti Nacyyanal'naj akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk*. 1999;4:98–104. Russian.
9. Magurran A. Ecological diversity and its measurement. London – Sydney: Croom Helm; 1983.
10. Kasimov NS, et al. *Geografiya i monitoring bioraznoobraziya* [Geography and monitoring of biodiversity]. Moskow: Izdatel'stvo Nauchnogo i nauchno-metodicheskogo centra; 2002. Russian.
11. Menchinik E. A comparson of some species diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology*. 1964;45:859–861.
12. Schüller D, Ricklefs D. Species Diversity: An Introduction To The Problem. In: *Species diversity in ecological communities. Historical and geographical perspectives*. New York: [publisher unknown]; 1993. p. 1–10.
13. Renkonnen O. Statistisch-Okologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Annales Botanici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae*. 1938;6:1–30.
14. Alexandrovich OR. *Zhuki zhuzhelitsy (Coleoptera, Carabidae) fauny Belorussii* [Beetles of the ground beetle (Coleoptera, Carabidae) of the fauna of Byelorussia]. In: *Fauna i ekologiya zhestkokrylych Belorussii: sbornik nauchnykh statej*. Minsk: Navuka i tekhnika; 1991. p. 37–78. Russian.
15. Alexandrovich OR, Pisanenko AD. *Plastinchatousyye zhuki (Soleoptera, Scarabaeidae) fauny Belorussii* [Lamellar beetles (Soleoptera, Scarabaeidae) of the fauna of Byelorussia]. In: *Fauna i ekologiya zhestkokrylych Belorussii: sbornik nauchnykh statej*. Minsk: Navuka i tekhnika; 1991. p. 79–94. Russian.
16. Buga SV, Shalapenok ES. *Obzor fauny koktsinellid (Coleoptera, Coccinellidae) Belorussii* [Review of the coccinellid fauna (Coleoptera, Coccinellidae) of Byelorussia]. In: *Fauna i ekologiya zhestkokrylych Belorussii: sbornik nauchnykh statej*. Minsk: Navuka i tekhnika; 1991. p. 111–126. Russian.

Статья поступила в редакцию 12.05.2021.
Received by editorial board 12.05.2021.