

УДК 599.323:622.276:502

Видовая структура сообществ мышевидных грызунов в условиях добычи нефти разными способами

В.С. АВЕРИН, Д.В. ПОТАПОВ, Н.Г. ГАЛИНОВСКИЙ

В условиях Судовицкого нефтяного месторождения Светлогорского района Гомельской области проанализирован видовой состав, особенности биотопического распределения и параметры биологического разнообразия сообществ мышевидных грызунов. Установлены доминирующие виды мышевидных грызунов, а также различия по видовому составу в местах добычи нефти различными способами. Происходит сдвиг видового спектра мышевидных грызунов в сторону степных видов в связи с аридизацией территорий, сопряженных с добычей нефти.

Ключевые слова: сообщества мышевидных грызунов, добыча нефти, нефтяные месторождения, видовой состав, стационары, видовое разнообразие, индексы видовой структуры, аридизация территорий.

In the conditions of the Sudovitskoye oil field in the Svetlogorsk district of the Gomel region, the species composition, features of the biotope distribution and parameters of the biological diversity of the communities of the muscular rodents were analyzed. The dominant species of mouse-shaped rodents were established, as well as differences in species composition in the oil production sites in various ways. There is a shift in the species spectrum of the mouse-like rodents towards the steppe species in connection with the aridization of the territories associated with the extraction of oil.

Keywords: community rodents, oil production, oil fields, species composition, stationars, species diversity, species-index structure, arid areas.

Введение. Общеизвестный факт, что добыча нефти, а также непосредственно сама нефть и нефтепродукты могут отрицательно влиять на окружающую среду через изменение состава почвы, загрязнение поверхностных и подземных вод, атмосферы [1].

В целом последствия антропогенного воздействия на природные комплексы региона добычи нефти отличаются в зависимости от основных этапов освоения нефтяных запасов [2]. Исследования показали, что наличие техногенных объектов является агрессором для отдельных видов животных, вызывая их миграцию, снижая продуктивность [3].

Достаточно подробно воздействие нефтедобычи на характеристики мелких млекопитающих было изучено С.Н. Гашевым с коллегами [4], [5]. Установлено, что на территориях нефтедобычи в сравнении с контролем отличий в годовой динамике численности микромамманий не наблюдается, однако уменьшение ёмкости среды загрязненных участков несколько «сглаживает» популяционные циклы численности. Относительное обилие мелких млекопитающих достоверно зависит от степени загрязнения почвы нефтью. Было выявлено, что доминирующими видами практически во всех исследованных загрязненных биотопах являлись полевки.

Известно, что млекопитающие могут являться индикаторами состояния окружающей среды. Есть работы, в которых упоминается об использовании в качестве индикаторов нефтяного загрязнения грызунов [6], [7]. О.А. Пястолова выделяет из числа млекопитающих обыкновенную и рыжую полевки в качестве объектов, удобных для зооиндикации [8]. В качестве весьма удобной экологической модели для комплексного изучения влияния человека на окружающую среду Э.В. Ивантер и Т.В. Ивантер предлагают использовать группу мелких млекопитающих [9]. Мысль о возможности использования в целях индикации мелких млекопитающих высказывалась многими авторами [10]–[13].

Мелкие млекопитающие удовлетворяют всем основным требованиям, предъявляемым к видам-индикаторам: широкое распространение в природе, весомость вклада в обмен веществ и энергии в экосистемах, высокая чувствительность к воздействиям, быстрота ответа на изменения окружающей среды, доминирование, возможность проведения лабораторных экспериментов, экономичность исследований [8].

Объектом исследований являются различные виды мышевидных грызунов, отловленных в пределах пробных площадок, заложенных в экосистемах, сопряженных с местами добычи нефти разными способами. Предмет исследований – качество компонентов окружающей среды и состояние живых организмов на площадках, сопряженных с добычей нефти.

Цели исследования: определить состояние биотического компонента экосистем на основе оценки биологического разнообразия микромаммалий; изучить воздействие ключевых факторов, сопутствующих добыче нефти из плотных пород разными способами на состояние микромаммалокомплексов.

Материалы и методы. Для достижения поставленных целей в Светлогорском районе Гомельской области были заложены 4 опытных площадки в экосистемах с разным уровнем техногенной нагрузки:

1) Стационар 1 – контрольный участок, не подверженный техногенному воздействию (заказник «Выдрица») (координаты: 52°40'08" с.ш.; 29°41'49" в.д.).

Участок представляет собой опушку смешанного леса. Формула древостоя: 6С2Д2К. Подлесок представлен подростом древесных пород и кустарниками крушины ломкой, лещины, рябины. Травостой: мятлик луговой, ландыш майский, купена лекарственная, лютик едкий, ослинник двудомный, мох плевроциум. Площадь проективного покрытия 70 %. Почва дерново-подзолистая супесчаная.

2) Стационар 2 – скважина № 36 Судовицкого нефтяного месторождения (гидроразрыв пласта не осуществлялся) (координаты: 52°44'45" с.ш.; 29°29'34" в.д.).

Участок сопряжен со скважиной добычи нефти с зоной обваловки 100 × 100 м, зоной отчуждения 120 × 120 м. Зона обваловки характеризуется полным отсутствием биоты, а в зоне отчуждения встречаются травянистые растения (ослинник двудомный, икотник серозеленый, ястребинка волосистая, пырей ползучий, подорожник ланцетолистный) с площадью проективного покрытия 15 %. Почва недалеко от зоны обваловки песчаная, начиная с 10–15 м от зоны обваловки начинается тяжелая супесь, площадь проективного покрытия здесь увеличивается до 70 %. За полосой отчуждения с северной стороны начинается лесной массив.

3) Стационар 3 – скважина № 32 Судовицкого нефтяного месторождения (осуществлялся гидроразрыв пласта в 2011 г.) (координаты: 52°44'12" с.ш.; 29°33'19" в.д.).

Участок сопряжен со скважиной добычи нефти с зоной обваловки 100 × 100 м, зоной отчуждения 200 × 200 м. Зона обваловки характеризуется полным отсутствием биоты, а в зоне отчуждения встречаются травянистые растения (ослинник двудомный, очиток едкий, пырей ползучий, овсяница овечья, овсюг) с площадью проективного покрытия 30 %. Почва песчаная. Ниже полосы отчуждения начинается пойма старицы реки Березина, характеризующаяся сплошным покрытием гидрофитными и гигрофитными видами растений: ива козья, осоки, редко встречаются небольшие березы. Почва сменяется на пойменно-аллювиальную.

4) Стационар 4 – скважина № 47 Судовицкого нефтяного месторождения (осуществлялся гидроразрыв пласта в 2014 г.) (координаты: 52°44'46" с.ш.; 29°29'35" в.д.).

Участок сопряжен с новой скважиной добычи нефти, на которой активно ведется добыча. Зона обваловки составляет 100 × 100 м, зона отчуждения 200 × 200 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. Однако, через 30–40 м зоны отчуждения проективное покрытие резко увеличивается до 85 %, появляются мятлик луговой, полынь горькая, мышиный горошек и другие полевые растения. Почвы песчаные. Вокруг зоны отчуждения преобладают открытые станции – пойменные луга, сопряженные со старицей реки Березина.

На всех стационарах выставлялись по 20 мышеловок-давилок типа «Геро» в течение одного посещения. Так как было осуществлено четыре выезда на стационары, то всего было отработано 80 ловушко-суток на каждом участке.

Расчет показателей видового разнообразия сообщества [14]:

Относительное обилие мелких млекопитающих в сообществе по результатам отловов рассчитывается как количество зверьков, приходящихся на 100 ловушко-суток:

$$ON = (N/LS) \times 100,$$

где ON – относительное обилие мелких млекопитающих; N – общее количество отловленных зверьков; LS – количество отработанных ловушко-суток.

Один из главных компонентов видовой структуры сообществ животных организмов – видовое богатство (R) или плотность видов:

$$R = (V-1)/\log N,$$

где V – число видов; N – общее число особей.

Второй важный показатель – видовое разнообразие, которое может быть определено индексом видового разнообразия Шеннона (H):

$$H = -\sum (n_i/N) \log(n_i/N),$$

где n_i – число особей i-го вида; N – общее число особей всех видов в сообществе.

Следующие два показателя помогут сделать вывод о степени сформированности или нарушенности сообществ:

Индекс концентрации доминирования (индекс Симпсона):

$$D = \sum (n_i/N)^2,$$

где n_i – число особей i-го вида; N – общее число особей всех видов в сообществе.

Выравненность видов в сообществе (индекс Пиелу):

$$e = H'/\ln S,$$

где H' – индекс Шеннона; S – число видов в сообществе.

Следующий индекс позволяет сравнить природные сообщества разных биотопов между собой:

Коэффициент фаунистического сходства сообществ (коэффициент Жаккара):

$$Kg = C/((A + B) - C),$$

где A – число видов в 1-м сообществе; B – число видов во 2-м сообществе; C – число видов, общих для обоих сообществ.

Для анализа распределений, средних, ошибок и верификации гипотез об их различиях и связях был использован пакет «Statistica 7.0».

Результаты и их обсуждение. За период проведения исследований (май-сентябрь 2016 г.) на отмеченных стационарах было отработано 320 ловушко-суток и отловлено 133 особи мышевидных грызунов, относящихся к 8 видам: 4 вида семейства Хомяковые (Cricetidae) – полевка обыкновенная (*Microtus arvalis* Pall.) – 39 особей, полевка-экономка (*Microtus oeconomus* Pall.) – 11 особей, полевка темная (*Microtus agrestis* L.) – 2 особи, полевка рыжая лесная (*Clethrionomys glareolus* Schreb.) – 28 особей; 4 вида семейства Мышиные (Muridae) – мышь европейская (*Apodemus sylvaticus* L.) – 23 особи, мышь желтогорлая (*Apodemus flavicollis* Melch.) – 16 особей, мышь малая лесная (*Apodemus uralensis* Pall.) – 10 особей, мышь полевая (*Apodemus agrarius* Pall.) – 4 особи (таблица 1).

В пределах контрольного стационара явно преобладают лесные виды мышевидных грызунов – все отловленные 33 особи являются фоновыми представителями грызунов в условиях лесных биотопов. Проведенные ранее исследования микромаммалокомплексов в различных стациях Гомельского региона подтверждают доминирование рыжей лесной полевки среди мышевидных грызунов. Вместе с тем, в условиях нефтедобычи ситуация меняется: начинают преобладать степные виды полевок – обыкновенная и экономка. Особенно четко это выражено в окрестностях стационара 4 (гидроразрыв пласта осуществлялся в 2014 г.): здесь отловлены 26 полевок (полевка обыкновенная, полевка-экономка и полевка темная) и 1 полевая мышь, тяготеющих к открытым стациям и 7 особей, являющихся типично лесными видами (полевка рыжая лесная и мышь малая лесная). В окрестностях стационара 3 (гидроразрыв пласта осуществлялся в 2011 г.) наблюдается схожая картина: 16 особей полевок открытых биотопов против 11 особей грызунов, приуроченных к лесным сообществам. Это позволяет сделать предварительный вывод о возможном использовании полевок как индикаторных видов в условиях нефтяных месторождений. В условиях стационара 2 (гидроразрыв пласта не осуществлялся) ситуация меняется: здесь отловлено всего 10 обыкновенных полевок и 3 полевых мыши, типичных для открытых стаций, вместе с тем количество лесных полевок и мышей составляет 26 особей.

Таблица 1 – Параметры разнообразия сообществ мышевидных грызунов в обследованных станциях

Виды	станции				всего особей
	Стационар 1 (контроль)	Стационар 2 (скважина № 36 без гидроразрыва)	Стационар 3 (скважина № 32 с гидроразрывом в 2011 г.)	Стационар 4 (скважина № 47 с гидроразрывом в 2014 г.)	
Полевка обыкновенная (<i>Microtus arvalis</i> Pall.)	-	10	12	17	39
Полевка-экономка (<i>Microtus oeconomus</i> Pall.)	-	-	3	8	11
Полевка темная (<i>Microtus agrestis</i> L.)	-	-	1	1	2
Полевка рыжая лесная (<i>Clethrionomys glareolus</i> Schreb.)	12	6	4	6	28
Мышь европейская (<i>Apodemus sylvaticus</i> L.)	6	12	5	-	23
Мышь желтогорлая (<i>Apodemus flavicollis</i> Melch.)	9	6	1	-	16
Мышь малая лесная (<i>Apodemus uralensis</i> Pall.)	6	2	1	1	10
Мышь полевая (<i>Apodemus agrarius</i> Pall.)	-	3	-	1	4
Всего особей, шт.	33	39	27	34	133
Всего видов, шт.	4	6	7	6	
Относительное обилие, ON	41,25	48,75	33,75	42,50	
Плотность видов, R	1,97	3,14	4,20	3,27	
Индекс Шеннона, H	0,57	0,71	0,71	0,58	
Индекс Симпсона, D	0,26	0,22	0,28	0,34	
Индекс Пилу, e	0,41	0,40	0,36	0,32	

Для определения достоверности полученных результатов был произведен дисперсионный анализ зависимости количественного и видового состава мышевидных грызунов от обследованного стационара. В результате анализа было выявлено, что никаких статистически достоверных отличий между стационарами по числу особей грызунов нет ($F = 1,52$; $p = 0,26$) (рисунок 1). Вместе с тем, по видовому составу стационары, связанные с нефтедобычей довольно сильно отличаются от контрольного стационара, причем эти отличия статистически достоверны ($F = 4,85$; $p < 0,05$). Следует отметить, что наблюдается достоверная разница по видовому составу между стационаром 4 (гидроразрыв в 2014 г.) и остальными стационарами, обследованными в условиях Судовицкого нефтяного месторождения ($F = 625$; $p < 0,001$) (рисунок 2).

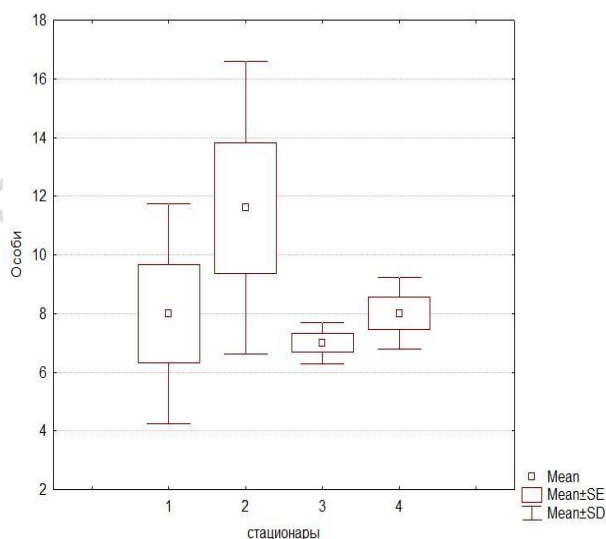


Рисунок 1 – Дисперсионный анализ количества особей микромаммалей по стационарам

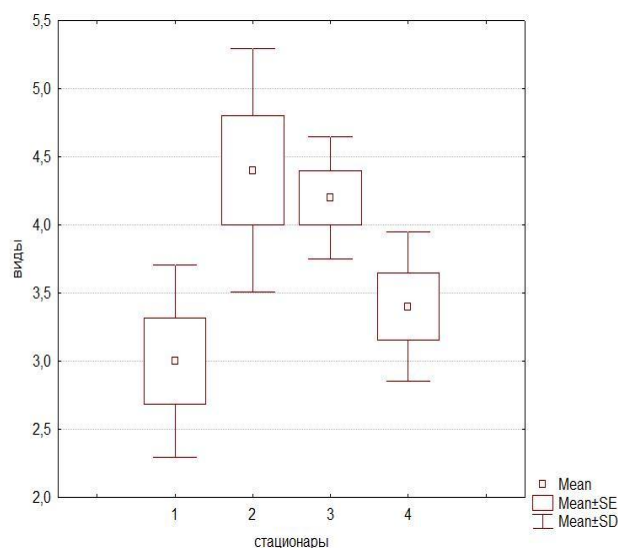


Рисунок 2 – Дисперсионный анализ видового состава микромаммалей по стационарам

Анализируя индексы видовой структуры сообществ, представленные в таблице 1, можно отметить недостаточную степень сформированности сообществ мышевидных грызунов. Индекс информационного разнообразия сообществ (индекс Шеннона) варьирует в невысоких интервалах (от 0,57 до 0,71), что связано с небольшим числом видов в уловах. Это можно объяснить невысоким видовым разнообразием мышевидных грызунов в условиях нашего региона.

При анализе индексов концентрации доминирования можно заключить, что стационар 4 отличается самым небольшим числом доминирующих видов (индекс Симпсона 0,34). Малое количество доминантов может свидетельствовать о более устоявшемся видовом составе данного сообщества. В целом значения индекса Симпсона невысоки (менее 0,5), что говорит о недостаточной степени стабильности микромаммалокомплексов в исследуемых станциях. Наряду с этим рассчитанные индексы выравненности видов (0,32–0,41), в большинстве сообществ оказались выше индексов концентрации доминирования, что указывает на некоторую нарушенность видовой структуры исследуемых сообществ. Единственный стационар, в котором индекс Симпсона несколько выше индекса Пielу, это стационар 4, что указывает на большую стабильность данного микромаммалокомплекса. Такую закономерность можно объяснить резким преобладанием полевков в условиях данного биотопа, которые и формируют костяк сообщества.

Обращают на себя внимание показатели видового богатства (плотности видов): в пределах сообществ мышевидных грызунов, обитающих в условиях стационаров, сопряженных с нефтедобычей, видовое богатство значительно выше (индекс варьирует от 3,14 до 4,20), вместе с тем плотность видов в пределах контрольного стационара составляет всего 1,97. Это связано с появлением степных видов грызунов (полевков и полевой мыши) в биотопах, сопряженных с местами нефтедобычи.

Надо отметить, что в условиях Судовицкого месторождения активно используется песок для создания зон обваловок скважин, а также подъездных дорог к ним. С течением времени происходит вынос песка из зон обваловок на окрестные территории ветром и рабочим транспортом, что приводит к опустыниванию (аридизации) территорий месторождения. Видимо, в связи с этим происходит сдвиг видового спектра микромаммаллий в сторону степных видов (полевка обыкновенная, полевка-экономка и полевка темная). Однако проверка данного факта требует дополнительных исследований.

Также был проведен анализ фаунистического сходства сообществ в обследованных стационарах. Результаты этих исследований отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Фаунистическое сходство сообществ мышевидных грызунов обследованных стационаров

Стационары	Стационар 1 (контроль)	Стационар 2 (скважина № 36 без гидроразрыва)	Стационар 3 (скважина № 32 с гидро- разрывом в 2011 г.)	Стационар 4 (скважина № 47 с гидро- разрывом в 2014 г.)
Стационар 1 (контроль)		0,67	0,57	0,33
Стационар 2 (скважина № 36 без гидроразрыва)	0,67		0,63	0,50
Стационар 3 (скважина № 32 с гид- роразрывом в 2011 г.)	0,57	0,63		0,63
Стационар 4 (скважина № 47 с гид- роразрывом в 2014 г.)	0,33	0,50	0,63	

Как показывают данные, отраженные в таблице 2, между сообществами контрольного стационара и стационара 2 (скважина без гидроразрыва) наблюдается полное фаунистическое сходство ($K_g = 0,67$). Высокое фаунистическое сходство обнаружено между стационарами 2 и 4 ($K_g = 0,50$), 1 и 3 ($K_g = 0,57$), а также 2 и 3 ($K_g = 0,63$). И наконец, сообщества грызунов контрольного стационара и стационара 4 (скважина с гидроразрывом в 2014 г.) имеют низкое фаунистическое сходство ($K_g = 0,33$). Таким образом, обнаруживается следующая зависимость: чем недавнее использование гидроразрыва и выраженнее аридизация территории, тем ниже сходство между сообществами мышевидных грызунов. Статистическая достоверность этой зависимости была отмечена выше.

Закключение. Полученные данные по видовой структуре сообществ мышевидных грызунов указывают на недостаточную степень стабильности и некоторую их нарушенность, а также на полное доминирование полёвковых грызунов в окрестностях нефтяных скважин (особенно тех, где добыча нефти происходит способом гидроразрыва пласта и более выражена степень аридизации территории). Обнаружена достоверная разница между стационарами по видовому составу. Установлен сдвиг видового спектра микромамманий в сторону степных видов (полевка обыкновенная, полевка-экономка и полевка темная) в связи с аридизацией территорий, сопряженных с добычей нефти с использованием способа гидроразрыва пласта.

Литература

1. Хабилов, И.К. Устойчивость почвенных процессов / И.К. Хабилов, И.М. Габбасова, Ф.Х. Хазиев. – Уфа : БГАУ, 2001. – 327. – С. 2.
2. Соромотин, А.В. Постадийный разбор. Экологические последствия различных этапов освоения недр на примере ХМАО / А.В. Соромотин // Нефть и капитал. – 2006. – № 8. – С. 76–79.
3. Зеркаль, О.В. Эволюция биосферы прилегающих территорий под влиянием нефтегазового комплекса / О.В. Зеркаль // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 1999. – № 6. – С. 30–32.
4. Гашев, С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области) / С.Н. Гашев. – Тюмень : ТГУ, 2000. – 220 с.
5. Методика оценки фитоприспособности нефтезагрязненных территорий (с рекомендациями к рекультивационным работам) / С.Н. Гашев [и др.]. – Тюмень : Тюменская ЛОС ВНИИЛМ, 1992. – 13 с.
6. Шапошников, В.М. Выявление и использование индикаторов влияния нефтепромысла на экосистемы (на примере грызунов) / В.М. Шапошников // Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне : сб. научн. трудов. – Куйбышев, 1980. – С. 149–158.
7. Шапошников, В.М. Грызуны как возможные индикаторы нефтяного загрязнения среды / В.М. Шапошников, М.Н. Кирюшкина, Г.П. Симонова, С.П. Блинов // Матер. 5 Всесоюзн. совещ. «Грызуны». – М. : Наука, 1980. – С. 462–464.
8. Пястолова, О.А. Разработка методов зооиндикации / О.А. Пястолова // Экологические основы рационального использования и охраны природных ресурсов : сб. матер. конф. – Свердловск, 1987. – С. 23–25.
9. Ивантер, Э.В. Биоценологические группировки мелких млекопитающих в коренных и антропогенных ландшафтах Приладожья / Э.В. Ивантер, Т.В. Ивантер // Влияние антропогенных факторов на структуру и функционирование биогеоценозов : сб. матер. конф. – Калинин : Изд-во КГУ, 1981. – С. 47–50.
10. Богач, Я.А. Животные – биоиндикаторы промышленных загрязнений / Я.А. Богач, Ф.Н. Седлачек, З.А. Швецова, Д.А. Кривоуцкий // Журн. общ. биол. – 1988. – Т. XIX. – С. 630–635.
11. Гашев, С.Н. Млекопитающие в системе мониторинговой оценки качества окружающей среды / С.Н. Гашев // Сибирский стандарт жизни: экология, образование, здоровье : тез. докл. научно-практ. конф. – Новосибирск, 1997. – С. 112–114.
12. Исенев, Х.А. Влияние биологически активных компонентов окружающей среды на экологию природных популяций животных / Х.А. Исенев, А.В. Андреюк, Э.З. Бекимбаев // Физиологические и биохимические аспекты действия биологически активных веществ на организм животных : сб. матер. конф. – Караганда, 1987. – С. 19–24.
13. Катаев, Г.Д. Роль мелких млекопитающих в биоиндикации природной среды Кольского Севера / Г.Д. Катаев // Экотоксикология и охрана природы : сб. научн. трудов. – М., 1988. – С. 195–199.
14. Magurran, A. Ecological diversity and its measurement / A. Magurran. – London-Sydney : Croom Helm, 1983. – 184 p.