

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ И ЛЕСНОЙ МЫШИ В ИЛЬМЕНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Для многих видов мелких грызунов характерны циклические колебания численности, изучению которых посвящено большое количество работ, но до сих пор не существует единого мнения о причинах, вызывающих подобные процессы [Ивантер, 1975; Ивантер, Жигальский, 2000; Krebs, Myers, 1974; Bierman et al., 2006; Hörnfeldt et al., 2005]. Для выявления механизмов цикличности большое значение имеют длительные наблюдения на постоянных площадях, которые проводятся в природных заповедниках, и позволяют проследить за откликами популяций мелких млекопитающих на природные экстремальные явления, связанные с климатическими флуктуациями и антропогенными изменениями среды. Понимание динамики популяций мелких грызунов позволяет использовать эти виды для оценки состояния и прогнозирования динамики лесных экосистем [Истомин, 2005]. Кроме этого, в лесных экосистемах, по сравнению с преобразованными территориями, существуют устойчивые очаги природно-очаговых инфекций, распространение которых напрямую связано с особенностями динамики численности популяций массовых видов. Например, при подъемах численности рыжей полевки – основного носителя лептоспироза – эпизоотия широко распространяется среди лесных грызунов, и в нее вовлекаются другие виды [Карулин и др., 1993].

Тенденции в изменении климата и антропогенная трансформация ландшафтов вносят коррективы в распространение и уровень численности грызунов, тем самым сохраняя актуальность проблемы анализа динамики популяций мелких млекопитающих.

В настоящей работе представлены результаты многолетнего мониторинга за численностью рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) и малой лесной мыши (*Apodemus uralensis* Pallas, 1811) – фоновых видов лесных грызунов Ильменского заповедника. Цель исследования – анализ многолетней динамики численности рыжей полевки и малой лесной мыши, рассмотрение потенциального влияния климатических параметров на их численность.

Исследования проводили на территории Ильменского заповедника, расположенного в предгорьях восточного склона Южного Урала в подзоне предлесостепных сосновых и сосново-березовых лесов [Дорогостайская, 1961]. Для территории заповедника характерен сложный рельеф с разнообразным сочетанием невысоких хребтов и скалистых гряд. Климат умеренно континентальный, среднегодовая температура около +2 °С, годовая сумма осадков в среднем 444 мм.

Начиная с 1982 г. в соответствии с программой «Летопись природы» мониторинг численности лесных грызунов (рыжей полевки и малой лесной мыши) на территории Ильменского заповедника проводился по единой методике одним и тем же исследователем. Размещение рыжей полевки и малой лесной мыши на территории заповедника очень неравномерное и обусловлено особенностями макро- и микрорельефа, зависит от состава и сомкнутости древостоя, развития подлеска и травянистой растительности, степени захламленности и увлажненности леса. Наиболее благоприятны для этих грызунов берега лесных рек и ручьев, заросшие кустарником и высокотравьем, низины с обильным подлеском и валежником [Киселева, 1989]. Отловы проводили в разных типах леса, в данной работе приводятся результаты учетов, проведенных в наиболее благоприятных для грызунов биотопах – по берегам лесных рек с обильным подлеском и валежником.

Численность грызунов определяли с помощью учетных линий, каждая из которых состояла из 50 ловушек, расставленных на расстоянии 10–12 метров. Длительность экспозиции каждой линии – 4 суток. В качестве показателя численности использовали количество особей

на 100 ловушко-суток. Учеты проводили весной (май) и осенью (сентябрь). Всего с 1982 г. по 2019 г. отработано линиями 31800 лов.-сут., отловлено 1911 рыжих полевок и 570 лесных мышей.

Проведено сравнение погодных показателей (сумма осадков за декабрь–май и средней многолетней температуры за апрель, май) за три многолетних периода 1928–1955, 1983–1999, 2000–2018 гг. (табл.). Выбор показателей для сравнения обусловлен мнением ряда исследователей о зависимости уровня численности грызунов от состояния снежного покрова, погодных условий в период размножения, и, прежде всего, в мае [Ивантер, 1975; Башенина, 1977].

Таблица

Многолетние климатические показатели на территории Ильменского заповедника

Годы	Средняя многолетняя сумма осадков за декабрь–март, мм	Средняя многолетняя сумма кол-ва осадков, мм		Средняя многолетняя температура, °С		Длительность безморозного периода, дни	
		апрель	май	апрель	май	min–max	\bar{M}
1928–1955*	70.7	21.5	47.7	3.5	10.6	90–140	119
1983–1999	57.7	26.6	42.5	4.1	10.9	121–226	190
2000–2018	73.5	30.1	47.4	5.1	12.3	142–237	205

Примечание. * – Метеоданные приводятся по С.С. Жарикову (1959).

Метеоданные приводятся на основании сведений, полученных на метеостанции г. Миасс, расположенной в нескольких километрах от территории заповедника.

Весенняя численность грызунов в лесах заповедника, как правило, очень низкая. Наименьшие значения средней величины весенней численности рыжей полевки – 0.4 ± 0.2 ос. на 100 лов.-сут отмечены в период с 1985 по 1999 гг., в последующие годы 2001–2007 гг. произошло увеличение средней величины весенней численности рыжей полевки – 6.5 ± 1.6 ос. ($p < 0.05$). Среди всех лет наблюдений выделяется 2004 г., когда численность рыжей полевки в мае имела величину 15.5 ос. на 100 лов.-сут, численность малой лесной мыши в этот период сохранялась как обычно низкой – 1.0 на 100 лов.-сут.

В период 2008–2019 гг. средняя величина весенней численности рыжей полевки снова снизилась, составив, 1.9 ± 0.4 ос. на 100 лов.-сут ($p < 0.001$). Весенняя численность малой лесной мыши испытывала намного меньшие колебания по годам от 0 до 3.5 ос. на 100 лов.-сут. За весь период наблюдений численность этого вида только дважды весной 1999 и 2015 гг. достигала относительно высоких значений – 8.0 ос. на 100 лов.-сут.

Средняя величина осенней численности рыжей полевки за период 1985–1999 гг. составила 5.0 ± 0.5 ос. на 100 лов.-сут, малой лесной мыши – 2.0 ± 0.6 ос., за период с 2000 по 2019 гг. средняя величина осенней численности рыжей полевки возросла в 3.8 раза, составив 19.4 ± 0.7 ос. на 100 лов.-сут ($p < 0.001$), малой лесной мыши в 6.2 раза – 12.3 ± 1.7 ос. ($p < 0.001$).

За 13 лет (1986–1999 гг.) зарегистрировано два пика осенней численности рыжей полевки с максимальными величинами численности 16.2 и 19.7 ос. на 100 лов.-сут – в 1986 и 1993 гг. (рис.). Интервал между подъемами составил шесть лет. Начиная с 2000 г., и в последующие 19 лет частота волн численности рыжей полевки изменилась, амплитуда подъемов возросла в 1.4–2.1 раза (см. рис.). С 2006 г. повышенная осенняя численность сохранялась в течение трех сезонов, затем последовал спад. Период с 2011 г. по 2019 г. характеризовался ежегодной очень высокой численностью рыжей полевки. За 19 лет (2000–2019 гг.) относительная осенняя численность дважды (2008 и 2017 гг.) достигала пиковых значений, при которых размножение полевок прекращалось уже в июле или начале августа.

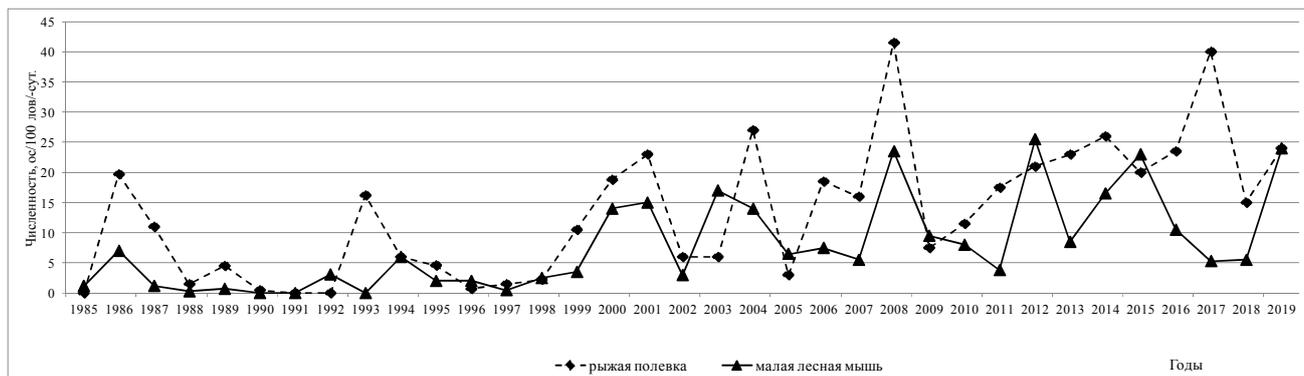


Рис. Многолетняя динамика относительной осенней численности рыжей полевки и малой лесной мыши в лесных биотопах Ильменского заповедника

Динамика осенней численности малой лесной мыши, начиная с 2000 г. также очень существенно изменилась. Амплитуда колебаний по сравнению с периодом 1991–1999 гг. возросла в 2.5–4.2 раза, увеличилась частота пиков, они начали повторяться через 2–3 года.

Благодаря тому, что регистрация погодных параметров на территории заповедника была начата в 1928 г., имеется возможность проследить их связь с колебаниями численности грызунов (см. табл.).

Анализ климатических показателей территории Ильменского заповедника за 90 лет не выявил значительных различий в сумме осадков и величине средних многолетних температур за май и апрель. Однако средняя величина длительности безморозного периода в 2000–2018 гг. увеличилась на 86 дней по сравнению с 1928–1955 гг. (см. табл.).

Многие исследователи отмечают, что для первых десятилетий XXI века характерно изменение или исчезновение циклической динамики популяций животных [Hörnfeldt et al., 2005; Bierman et al., 2006; Ims et al., 2008; Myers, 2018]. Изменение регулярных популяционных циклов колебания численности полевков, рябчиков и насекомых происходит во многих районах и разных географических зонах. В тоже время на больших территориях Северной Европы циклы не были сокращены, в некоторых более южных районах циклическая динамика популяций полевков наоборот, усилилась. Предполагается, что существует связь изменений в динамике популяций с потеплением зимних сезонов, хотя данных однозначно подтверждающих это нет [Korpela et al., 2013].

Анализ колебаний численности рыжей полевки и малой лесной мыши проводился многими исследователями в разные сезоны года в зависимости от погодных условий, урожайности основных кормов и географического положения [Европейская..., 1981; Буяльская и др., 1995; Ивантер, Жигальский, 2000; Москвитина и др., 2000; Дуванова и др., 2010], но не рассматривалось возможное влияние увеличения длительности безморозного периода. По данным Челябинского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (филиал ФГБУ «Уральское УГМС»), потепление климата действительно происходит: менее чем за 100 лет температура повысилась примерно на 1.8 °С. При этом скорость увеличения среднегодовых многолетних температур резко возросла после 70-х годов XX в. – в среднем в два раза. Зима стала более теплой и затяжной за счет ноября [<http://www.chelpogoda.ru>].

Сравнительный анализ температурных показателей на территории Ильменского заповедника в годы подъемов и пиков численности грызунов показал, что осенне-зимние температуры не влияют на амплитуду циклов численности лесных грызунов. Не обнаружено достоверной связи многолетней динамики численности рыжей полевки и суммы осадков за декабрь–март, апрель–май, температурой за май и апрель. Среднесуточные температуры за рассмотренные месяцы существенно не отличались от многолетних средних, за исключением ноября 2013 г., который был самым теплым за всю историю инструментальных наблюдений [Киселева, 2020].

Погодные параметры, такие как температура, ветер, дождь, снег влияют на различные экологические процессы. Их воздействие на отдельных особей или популяции может проис-

ходить либо непосредственно через физиологию (метаболические и репродуктивные процессы), либо опосредованно через экосистему, хищников и конкурентов [Post et al., 1999]. Особи, рожденные в определенный год, могут быть бóльших размеров или меньше среднего в зависимости от климатических условий в год рождения. Такие когортные эффекты были зарегистрированы в популяциях копытных и популяциях рыб [Post et al., 1997; Forchhammer et al., 2001]. Погодные особенности оказывают различное влияние на половые и возрастные классы, на выживаемость молодых и старых особей [Post et al., 1999], т.е. развитие популяции зависит от половой и возрастной структуры [Coulson et al., 2001]. Всякий раз, когда более молодые возрастные классы подвергаются бóльшему воздействию, экологические последствия климата труднее обнаружить из-за когортных эффектов [Kaitala, Ranta, 2001].

В последние годы были проведены исследования, изучающие воздействия на экологические системы таких крупномасштабных климатических явлений как Североатлантическое колебание и Эль-Ниньо – Южное колебание, которые влияют на экологические закономерности и процессы, как в морских, так и в наземных системах [Stenseth et al., 2002; Hallett et al., 2004]. В Северном полушарии единая крупномасштабная климатическая система – Североатлантическое колебание, оказывает сильное воздействие на местную погоду и на динамику многих видов [Post, Forchhammer, 2002].

Показано, что крупномасштабные климатические индексы, такие как североатлантическое колебание, объединяя несколько интегрированных погодных компонентов, лучше объясняют экологические вариации, связанные с популяционной динамикой, изменением демографических показателей и значений фенотипических признаков у многих видов, чем отдельные взятые местные погодные переменные [Hallett et al., 2004; Stenseth et al., 2002].

В данном исследовании нам удалось выявить одну погодную компоненту, которая, возможно, в бóльшей степени повлияла на изменение динамики лесных грызунов. Вполне вероятно, что этот погодный компонент явился триггером, запустившим комплекс экологических процессов, в т.ч. и факторы, имеющие отношение к продуктивности животных. Уменьшение длительности низкотемпературного периода могло снизить энергетические затраты зверьков, улучшить качество их питания, повысив их выживаемость и изменив структуру населения, за счет чего произошло изменение амплитуды и частоты волн численности.

Анализ погодных параметров территории Ильменского заповедника за 90 лет не выявил значительных различий в сумме осадков и величине средних многолетних температур за май и апрель, но показал, что средняя величина длительности безморозного периода увеличилась на 86 дней по сравнению с периодом 1928–1955 гг.

В результате многолетнего мониторинга населения лесных грызунов – рыжей полевки и малой лесной мыши – зарегистрированы значительные изменения в динамике численности. Начиная с 2000 г., значительно возросла амплитуда подъемов численности, увеличилась их частота. Пики численности рыжей полевки и малой лесной мыши начали повторяться через 2–3 года. Эти изменения в динамике численности рыжей полевки и малой лесной мыши, очевидно, связаны с увеличением длительности безморозного периода.

Литература

- Башенина Н.В. Пути адаптаций мышевидных грызунов. М.: Наука, 1977. 355 с.
- Буяльска Г., Лукьянов О.А., Мешковска Д. Детерминаты локального пространственного распределения численности островной популяции рыжей полевки // Экология. М., 1995. № 1. С. 35–45.
- Дорогостайская Е.В. Конспект флоры цветковых растений Ильменского заповедника // Флора и лесная растительность Ильменского государственного заповедника им. В.И. Ленина / Тр. Ильменского гос. заповедника им. В.И. Ленина. Свердловск: УФАН СССР, 1961. Вып. 8. С. 9–50.
- Дуванова И.А., Хицова Л.Н., Недосекин В.Ю., Дроздова В. Факторы изменения численности малой лесной мыши (*Apodemus uralensis* Pall) в условиях известнякового севера Среднерусской возвышенности // Вестник Нижегород. ун-та. 2010. Т. 3. № 1. С. 112–116.
- Европейская рыжая полевка. М.: Наука, 1981. С. 245–267.

Жариков С.С. Климат района Ильменского заповедника и сопредельных пространств Южного Урала // Труды Ильменского государственного заповедника им. В.И. Ленина. Свердловск: УФАН СССР, 1959. Вып. VII. С. 3–32.

Ивантер Э.В. Популяционная экология мелких млекопитающих таежного Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1975. 246 с.

Ивантер Э.В., Жигальский О.А. Опыт популяционного анализа механизмов динамики численности рыжей полевки на северном пределе ареала // Зоол. журн. 2000. Т. 79. № 8. С. 976–989.

Истомин А.В. Влияние изменений климата и природных катастрофических явлений на биосистемы мелких млекопитающих // Запад России и ближнее зарубежье: устойчивость социально-культурных и эколого-хозяйственных систем социально-экономического развития. Матер. межрегиональной научной конфер. с междунар. участием. Псков, 2005. С. 91–98.

Карулин Б.Е., Никитина Н.А., Истомин А.В., Ананьина Ю.В. Рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus*) основной носитель лептоспироза в лесном природном очаге // Зоол. журн. 1993. Т. 72. Вып. 5. С. 113–122.

Киселева Н.В. Фауна мышевидных грызунов Ильменского заповедника // Растительный и животный мир Ильменского заповедника. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 3–18.

Киселева Н.В. Многолетняя динамика населения рыжей полевки в Ильменском заповеднике // Экология. 2020. № 2. С. 149–155.

Москвитина Н.С., Кравченко Л.Б., Сучкова Н.Г. Динамика численности европейской рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber) на восточной периферии ареала // Сиб. экол. журн. 2000. № 3. С. 373–382.

Bierman S.M., Fairbairn J.P., Petty S.J., Elston D.A., Tidhar D., Lambin X. Changes over time in the spatiotemporal dynamics of cyclic populations of field voles (*Microtus agrestis* L.) // Am Nat. 2006. Vol. 167. P. 583–590.

Coulson T., Catchpole E.A., Albon S.D., Morgan B.J., Pemberton J.M., Clutton-Brock T.H., Crawley M.J., Grenfell B.T. Age, sex, density, winter weather, and population crashes in Soay sheep // Science, 2001. Vol. 292 (5521). P. 1528–1531. DOI: 10.1126/science.292.5521.1528

Forchhammer M.C., Clutton-Brock T.H., Lindström J., Albon S.D. Climate and population density induce long-term cohort variation in northern ungulate // Journal of Animal Ecology. 2001. V. 70. P. 721–729.

Hallett T.B., Coulson T., Pilkington J.G., Clutton-Brock T.H., Pemberton J.M., Grenfell B. Why large-scale climate indices seem to predict ecological processes better than local weather // Nature. 2004. Vol. 430 (6995). P. 71–75.

Hörnfeldt B., Hipkiss T., Eklund U. Fading out of vole and predator cycles? // Proc. R. Soc. B-Biol. Sci. 2005. Vol. 272. P. 2045–2049.

Ims R.A., Henden J.-A., Killengreen S. Collapsing population cycles // Trends Ecol. Evol. 2008. Vol. 23. P. 79–86.

Kaitala V., Ranta E. Is the impact of environmental noise visible in the dynamics of age-structured populations? // Proc. R. Soc. Lond. 2001. Vol. 268. P. 1769–1774.

Korpela K., Delgado M., Henttonen H., Korpimäki E., Koskela E., Ovaskainen O., Pietiäinen H., Sundell J., Yoccoz N.G., Huitu O. Nonlinear effects of climate on boreal rodent dynamics: mild winters do not negate high-amplitude cycles // Glob Change Biol. 2013. Vol. 19. P. 697–710. DOI:10.1111/gcb.12099.

Krebs C.J., Myers J.H. Population cycles in small mammals // Adv. Ecol. Res. 1974. Vol. 8. P. 267–399.

Myers J.H. Population cycles: generalities, exceptions and remaining Mysteries // Proc. R. Soc. B. 2018. Vol. 285. P. 1875. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2841>

Post E., Forchhammer M.C. Synchronization of animal population dynamics by large-scale climate // Nature. 2002. Vol. 420 (6912). P. 168–171.

Post E., Forchhammer M.C., Stenseth N.C., Langvatn R. Extrinsic modification of Vertebrate Sex Ratios by Climatic Variation // American Naturalist. 1999. Vol. 154. No 2. P. 194–204.

Post E., Stenseth N.C., Langvatn R., Fromentin J.-M. Global climate change and phenotypic variation among red deer cogorta // Proc. Royal Soc. London B. 1997. Vol. 264. P. 1317–1324.

Stenseth N.Ch., Mysterud A., Ottersen G., Hurrell J.W., Chan K.S., Lima M. Ecological Effects of Climate Fluctuations // Science. 2002. Vol. 297. P. 1292–1296.

Stenseth N.C., Ottersen G., Hurrell J.W., Mysterud A., Lima M., Chan K.-S., Yoccoz N.G., Ådlandsvik B. Studying climate effects on ecology through the use of climate indices: the North Atlantic Oscillation, El Niño Southern Oscillation and beyond // Proceedings of the Royal Society of London. Series B. 2003. Vol. 270. P. 2087–2096. <http://www.chelpogoda.ru>