

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ЯМАЛА: ТРАДИЦИОННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ КАК ФАКТОР ИХ НЕУСТОЙЧИВОСТИ

© 2010 г. Ф. В. Кряжимский, К. В. Маклаков, Л. М. Морозова, С. Н. Эктова

Представлено академиком В.Н. Большаковым 05.05.2010 г.

Поступило 12.05.2010 г.

В данной публикации излагаются результаты работы, целью которой было комплексное изучение закономерностей функционирования (динамики) экосистем кустарниковых и северных тундр полуострова Ямал, которые были подвержены длительному антропогенному воздействию при традиционном ведении хозяйства (оленоводство) и подвергаются новым воздействиям в связи с развитием нефтегазового комплекса. Исследование основано на синтезе накопленных (при непосредственном участии авторов) в течение нескольких десятилетий результатов исследований экосистем полуострова Ямал.

Основной подход, примененный для решения данной задачи, — это использование методов системного анализа, который предполагает прежде всего построение имитационных (компьютерных) моделей, описывающих взаимодействия ключевых компонентов экосистем тундр (северных и кустарниковых) полуострова Ямал, их верификацию и исследование. Такая модель может быть построена только на основе фактических данных о структуре и динамике основных компонентов (“блоков”), которые должны входить в “ядро” тундровых биоценозов, по выражению С.С. Шварца [1]. Это — растительный покров, мелкие млекопитающие, северные олени (главным образом домашние), хищные млекопитающие (прежде всего песцы) и хищные птицы. Данные компоненты функционально связаны между собой; чаще всего связи имеют сложный (нелинейный) характер, затрудняющий прогнозирование динамики состояния экосистемы [2]. Тундровые экосистемы полуострова Ямал представляются как констелляция двух пересекающихся подсистем — естественной (биогеоценоза) и подсистемы, окружающей человека и “работающей”

на него, — антропогеоценоза [3]. Упрощенная схема такой системы представлена на рис. 1.

В настоящей работе мы остановились на анализе воздействия оленеводства (основного типа традиционного природопользования для наземных экосистем Ямала) на растительный покров, опустив, в частности, охотничий промысел, который менее значим как для экономики коренного населения, так и для динамики растительного покрова. Построение модели и работу с ней проводили в лицензированной среде моделирования AnyLogic 6 University.

Полуостров Ямал является уникальным регионом российского Заполярья, где в отличие от большинства других регионов с развитым традиционным оленеводством за последние десятилетия не произошло сокращения численности домашних оленей, а наоборот, наблюдался значительный рост их поголовья, прежде всего за счет частных стад (рис. 2).

При этом наблюдается наибольший рост собственной численности населения ненцев — основных оленеводов региона — по сравнению с другими коренными народами Севера, что является свидетельством того, что традиционное природопользование получило в период реформ мощный толчок экстенсивного развития. Так, среднегодовой прирост населения за период 1997–2000 гг. составил: ненцев — 1.6%, хантов — 0.85%, чукчей — 0.8%, в то время как у других северных народов прирост близок к нулю или отрицательный [4].

В отечественной литературе по северному оленеводству лишайники обычно рассматриваются как преимущественно зимние корма, а травянистые растения и кустарники — как летние. Сравнение современного состояния растительного покрова с данными В.Н. Андреева, характеризующими 30-е годы XX в. [5], показывает, что запасы кормовых растений на Ямале с тех пор сильно снизились (рис. 3).

Эти результаты были использованы для верификации модели. При ее построении в качестве

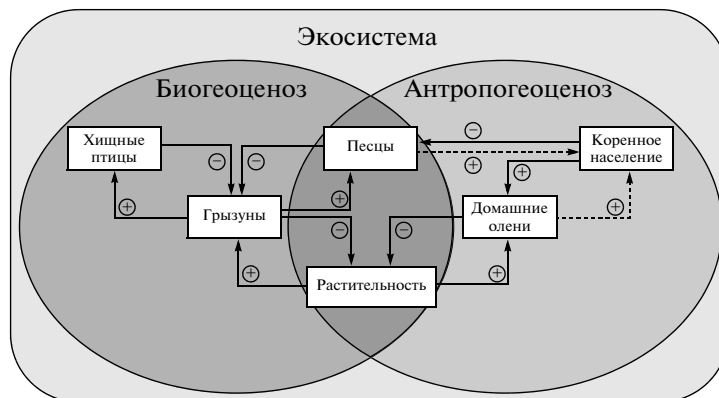


Рис. 1. Схема тундровой экосистемы Ямала как основа имитационного моделирования. Штриховые линии — воздействия, связанные с получением выгоды от природопользования, сплошные — непосредственные воздействия и взаимодействия; знаком плюс отмечены положительные связи, знаком минус — отрицательные.

независимой переменной служило поголовье домашних оленей и его динамика (рис. 1), а начальные условия задавали, исходя из материалов [5]. Динамику растительного покрова в течение рассматриваемого периода моделировали, принимая во внимание как прямую кормовую нагрузку, так и косвенное влияние выпаса, прежде всего механическое (трамплинг), повреждающее надземные и подземные части растений. Скорости восстановления растительности рассчитывали на основе эмпирических данных по годовому приросту и зависимостей, взятых из литературы [7–10]. Кроме того, учитывали вспышки численности других важных потребителей первичной продукции в тундровых экосистемах — мелких грызунов (в основном сибирского и копытного леммингов). Вспышки их численности (в модели с интервалом в среднем в 3–4 г с меняющейся амплитудой, что соответствует данным многолетних наблюдений на Ямале) могут приводить к разовым синергическим эффектам, многократно усугубляя негативное воздействие выпаса домашних оленей. Результаты моделирования дали восстановленную картину динамики запасов кормовых растений в условиях наблюдавшегося роста поголовья оленей. Траектория кривой динамики запасов, начатая от точки, заданной состоянием растительного покрова в 30-е годы XX в., пришла к современному состоянию (которое заранее ни в какой степени не было задано при реализации модели), что подтверждает приемлемость примененных при построении и реализации модели функциональных зависимостей (рис. 4).

В целом результаты первого этапа моделирования экосистем Ямала не дают оснований для привлечения каких-либо других факторов (климатических изменений, промышленного освоения месторождений углеводородного сырья и т.п.), кроме экстенсивно развивающегося крупностадного оленеводства, для объяснения быстрой де-

градации растительного покрова тундр Ямала в последние десятилетия. Такие результаты явно указывают на то, что быстрый рост поголовья оленей — важнейший фактор продолжающейся деградации растительного покрова на Ямале, которая вполне может стать катастрофической. Вопреки сложившемуся стереотипу, традиционное природопользование, не контролируемое вследствие отсутствия научно обоснованной этнокультурной политики, совсем не является образцом гармоничного сосуществования человека и природных сообществ. Скорее наоборот, экстенсивный рост поголовья оленей — более серьезная угроза природным комплексам Ямала, чем, скажем, развитие нефтегазового комплекса.

Авторы выражают благодарность работникам Департамента по развитию агропромышленного комплекса ЯНАО за сотрудничество в рамках договора о содружестве.



Рис. 2. Динамика численности домашних оленей на Ямале в XX–XXI вв. (по данным Департамента по развитию агропромышленного комплекса ЯНАО).

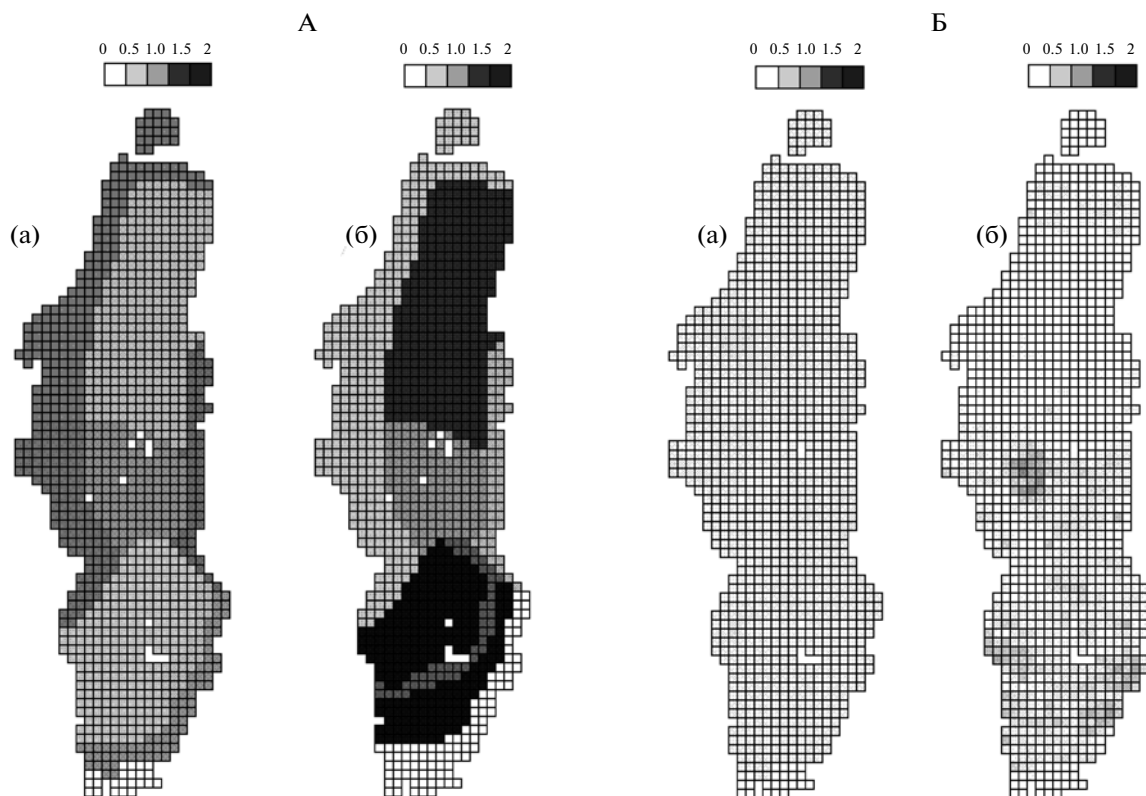


Рис. 3. Снижение запасов растительных кормов на Ямале за период с 1930-х годов до конца XX в. Площадь одного квадрата – 10 км^2 . а – зеленые (летние) корма, б – лишайниковые (зимние) корма. А – запас кормовых растений (т/га) в 1930-х годах XX в. [5]; Б – запас кормовых растений (т/га) к 1995 г. по официальным картографическим данным [6].

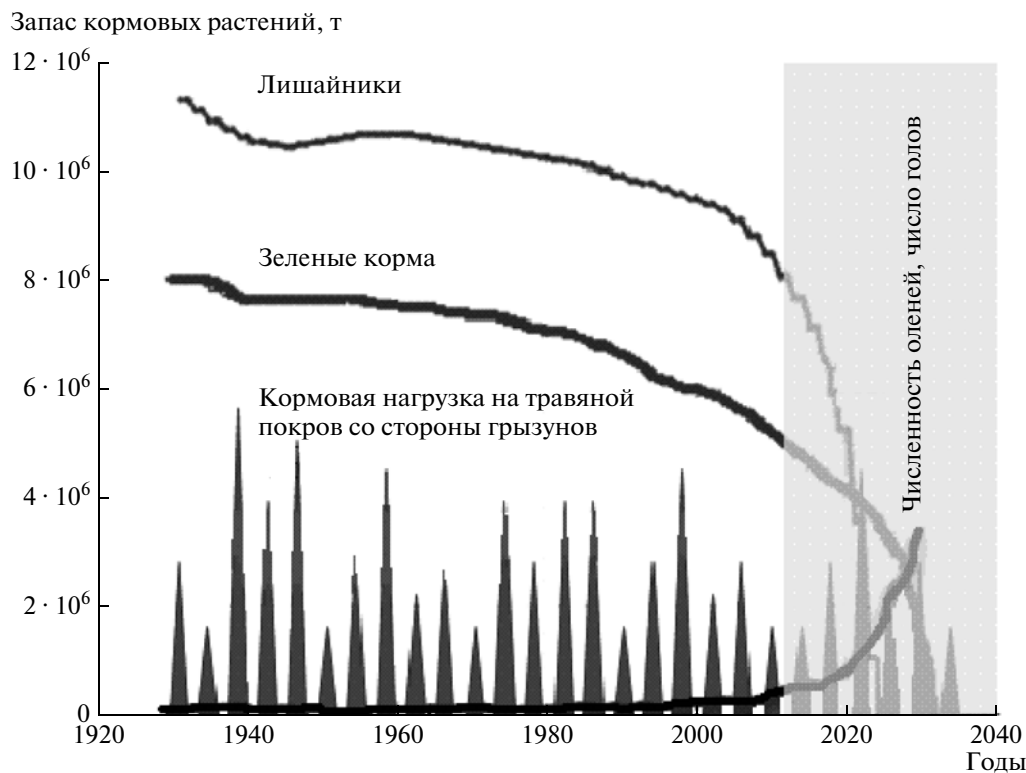


Рис. 4. Динамика запаса кормовых растений на Ямале по результатам моделирования. Выделенная область (после 2010 г.) – прогноз при гипотетическом условии продолжения тенденции экспоненциального роста численности оленей (не выполнимом при использовании естественных кормовых ресурсов Ямала).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 08–04–01028-а), а также Президиума РАН (программы “Биоразнообразие” и “Биологические ресурсы”).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шварц С.С. // Изв. АН СССР. 1971. № 4. С. 485–493.
2. Kryazhimskiy F.V., Danilov A.N. // Polar Res. 2000. V. 19. № 1. P. 107–110.
3. Алексеев В.П. Очерки экологии человека. М.: Наука, 1993.
4. Клоков К.Б., Хрущёв С.А. Оленеводческое хозяйство коренных народов Севера России: информационно-аналитический обзор. СПб.: ВВМ, 2004.
5. Андреев В.Н. // Сов. оленеводство. 1933. В. 1. С. 99–164.
6. Магомедова М.А., Морозова Л.М., Эктова С.Н. и др. Полуостров Ямал: растительный покров. Тюмень: Сити-пресс, 2006.
7. Титлянова А.А. Биологический круговорот углерода в травяных биоценозах. Новосибирск: Наука, 1977.
8. Куликов Г.Г. Формирование высокопродуктивных фитоценозов в Забайкалье. Улан-Удэ: БНЦ СО АН СССР, 1989.
9. Kumpula J., Colpaert A., Nieminen M. // Arctic. 2000. V. 53. № 2. P. 152–160.
10. Gaio-Oliveira G., Moen J., Danell Ö., Palmqvist K. // Basic and Appl. Ecol. 2006. № 7. P. 109–121.