

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ КОМПЛЕКСНЫХ БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БИОСТАНЦИИ «ДЖУГА» КАК ОСНОВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ.

А. Н. Кудактин, В. В. Власов, А. Д. Животов

Традиционные формы ведения темы «Летопись природы» осуществляемые на территории Кавказского Государственного Природного Биосферного заповедника более чем полувековой период, хотя и в значительной мере отражают тенденции функционирования экосистем, уже давно не отвечают современным требованиям.

Простое констатирование отдельных факторов среды, слежение за динамикой ряда видов животных не решает проблем оценки состояния целостности экосистем, их эволюции, не говоря уже о разработке путей если не сохранения, то хотя бы снятия прессы отрицательных, глубинных и разрушительных процессов. В этой связи, научным коллективом Кавказского заповедника была принята попытка построения вербально – математической модели заповедного биоценоза (Сегров, 1978, 1994). Предполагалось путём поэтапного моделирования отдельных структурных уровней горных экосистем, в строгом соответствии с их иерархией, воссоздать, на описательном уровне, обобщенную модель охраняемой природной территории. С упором, на первом этапе, на описательную модель заповедника, предполагалось воспроизвести структуру, состав, функциональные взаимосвязи отдельных компонентов экосистемы, как единой комплексной системы. Целью такого воспроизведения «жизни» была попытка систематизации и обобщения взглядов разноплановых специалистов, чья мысль направлена на разработку идей по нейтрализации негативного воздействия антропогенных факторов на компоненты природной среды.

Общую модель, по ряду объективных и субъективных причин, построить не удалось, но был заложен фундамент комплексных экосистемных исследований. В частности, за основу была взята трофическая пирамида крупные хищники – копытные – растительные ресурсы, ограниченная конкретными рамками системы взаимодействующих компонентов. Это позволило более глубоко всесторонне проследить взаимосвязи в подсистеме пастбища-копытные (Придня, 1989, 1994, Семагина, 1994) и копытные-хищники (Кудактин, 1989, 1990, 1998). Основное внимание исследований было сконцентрировано на разработку методических и методологических основ сбора данных характеризующих состояние фрагментов экосистемы в пространстве и времени.

Многoletний опыт работы с отдельными видами крупных млекопитающих и растений, лесными и луговыми формациями создали фундамент

для обоснования необходимости проведения комплексных стационарных исследований, на конкретно выделенной, но не обособленной непреодолимыми естественными рубежами части природно-территориального комплекса заповедника представляющие его репрезентативные экосистемы. В этой связи, в рабочем порядке был выбран объект – участок территории, где представлены основные композиции или фрагменты большинства видов крупных млекопитающих (хищники и копытные) и растительные ресурсы. В природе эта территория вписалась в ареал волчьей семьи, границы участка обитания которой удалось выделить на территории. В дальнейшем выяснилось, что выделенные макросистемы в соответствии с теоретическими разработками М. Н. Кашмилова (1978) и построениями М. А. Голубца (1981) соответствуют объему географического ландшафта и могут быть одним из критериев выделения пространственных границ популяций. Обобщая исходные понятия, было введено понятие системы взаимодействующих популяций или «популяционная экосистема» (Придня, 1981, Кудактин, 1989).

Поскольку все биологические макросистемы существуют благодаря слаженному функционированию относительно обособленных частей, видов, популяций находясь в тесной пространственной связи с комплексом факторов абиотической среды, важность исследования флуктуации фрагментов экосистем не вызывает сомнений.

В настоящее время большинство заповедников в разной степени трансформированы хозяйственной деятельностью и постепенно превращаются в своеобразные «оазисы» дикой природы (Соколов и др. 1998), где проявляется островной эффект (Акатов, 1999). В этой связи, исследования взаимодействий популяций охраняемых животных: крупных хищников, копытных и растительных кормовых ресурсов уже становится недостаточным для мониторинга и прогноза эволюции экосистем, поскольку мощное воздействие антропогенного фактора вносит серьезные корректировки в динамику их развития. В сложившейся ситуации путем комплексных исследований фрагментов экосистемы предпринята попытка построения первичного блока описательной модели: пастбища – копытные – хищники.

За основу взята концептуальная каскадно-блоковая модель, отражающая общие представления о структуре и взаимосвязях в выделенной системе «пастбища – копытные – хищники» (рис. 1).

Основой ландшафтного образования выступают геологическое строение (литосфера), климат и геоморфологическое строение (рельеф), формирующие свойства жизненно важнейших компонентов: гидросферы и почвы. Совместно они образуют блок абиотических компонентов – «Геосистема» и определяют условия среды обитания биоты.

Понятие «пастбище» весьма обширно и включает множество показателей. Тем не менее, основными составляющими этого фрагмента экосисте-

мы, определяющими условия его функционирования, являются почва, вода и растительность. Эти три компонента формируют макроблок «Пастбища».



Рис. 1. Обобщенная структурно - блочная модель

Два следующих блока «растительность – копытные» объединены трофической связью, образуя относительно самостоятельные подсистемы – вершину пирамиды рассматриваемой экосистемы.

Отдельные блоки и тем более компоненты не являются замкнутыми структурами. Между ними осуществляются интенсивные и многофункциональные связи, одни из которых устойчивые и явные, другие скрытые дискретные. Абиотические факторы оказывают влияние друг на друга и на те или иные живые компоненты биогеоценозов. Такое влияние приводит к обратным реакциям и возникновению тесных взаимодействий. Поскольку компоненты экосистемы тесно взаимосвязаны, актуальность изучения её составляющих, установка характера связей, выяснение способов и степени влияния каждого отдельного компонента на остальные путём сопряженного анализа становится очевидной.

Все составляющие выделенной системы ООПТ испытывают различное антропогенное воздействие. Используя известные и вскрытые в процессе исследований информационные связи между копытными, биотическими и антропогенными факторами, предполагается создание на их основе оперативной системы управления, включающей оптимизацию охранных мероприятий и повышение устойчивости ООПТ.

Объект (подсистема) (Семагина, 1994) «пастбища – копытные – хищники» описывается некоторыми векторными параметрами – (x) , (y) , (u) . Вектор x – это абиотическая составляющая, вектор y – биотическая, вектор u – характеристика сознательной деятельности людей. К последнему относятся явления, относительно которых человек принимает решения (закладка

искусственных солонцов, истребление волков, интенсивность выхаса скота, туризм, охрана и т. д.). Вышеуказанные параметры являются формами управления, которые могут быть выбраны в зависимости от состояния объекта (x, y) . Все эти характеристики изменчивы во времени: $x(t)$, $y(t)$, $u(t)$.

Абиотические переменные (x) зависят от состояния неживой природы (x) , биоты (y) , управления (u) и описываются в разные моменты времени дифференциальными уравнениями $\dot{x}=f(x, y, u, t)$, где правило (f) может быть функцией, программой ЭВМ и другими способами, учитывающими и случайный характер связей переменных. Аналогично описываются и изменения биоты, или отклик ее на состояние среды и управления $\dot{y}=F(x, y, u, t)$. Кроме того, имеются некоторые оценки состояния и управления $K_i = L_i(xt, yt, ut)$, где xt, yt, ut значения соответствующих переменных на отрезке времени $[t_0, T]$. Например, K_i может быть оценкой пресса выпаса домашних животных, браконьерства, рубок леса или иных антропогенных воздействий на прилегающих к заповеднику территориях.

Таким образом, математическое представление динамической модели и его отклика на управление будут представлены в следующем виде:

$$\dot{X} = f(x, y, u, t), \dot{Y} = F(x, y, u, t) \quad (A); \text{ а оценка качества } K = L(xt, yt, ut) \quad (B)$$

При этом наиболее трудной остаётся задача выбора такого ut , которое даёт наилучшее качество: $L(xt, yt, ut)$ -max. (C)

Поэтому на первом этапе осуществляется выявление закономерностей динамики абиотической (f) , биотической (F) сред и оценка качества (L) , т. е. разработка модели (A, B) . Однако прежде чем устанавливать закономерные связи между переменными (x, y, u) , необходимо выявить физические величины, которые должны рассматриваться в роли (x, y, u) . Формулировка общей концепции, её разработка в виде концептуальной модели, составляют предварительный этап, в ходе которого складываются основные представления об объекте.

Вторым этапом предполагается решение задачи (C) – поиск оптимального управления $u(x, y)$. И, наконец, завершающий этап – мониторинг и корректировка при необходимости текущего состояния. Следует отметить, что мониторинг состояния может и должен проводиться на всех этапах создания и функционирования модели экосистемы.

Главной целью создания вербально-математической модели блока «Пастбища – Копытные – Хищники» является углубленный анализ текущего состояния охраняемых экосистем Кавказского заповедника, создание аппарата для их кратко- (1–2 года) и среднесрочного (11–12 лет) прогноза, оптимизации управления заповедником, что должно способствовать сохранению устойчивости его экосистем в условиях нарастающего антропогенного воздействия.

История создания комплексной формализованной модели для экосистем КГБПЗ имеет уже более чем 20 летнюю историю (Сетров, 1978, 1994;

Придня, 1994; Кудактин, 1990, 1994, 1997). Конечной целью этой работы предполагалось представление в компактной и логически стройной форме богатого полевого материала накопленного за годы существования заповедника (75 лет), а также наглядного представления механизмов функционирования важнейших ландшафто- и средообразующих компонентов заповедных экосистем, выяснения их устойчивости к внешним антропогенным возмущениям.

Современный системный анализ выделяет два основных типа описания и представления информации об исследуемом объекте, как системы (Кас-ти, 1982):

1) **Внешнее** описание, при котором рассматривается модель типа «черный ящик» с его внешними связями;

2) **Внутреннее** описание, которое отображает структуру объекта и основных его внутренних потоков (энергии / вещества / информации) преимущественно аппаратом дифференциальных уравнений, матричной алгебры, марковских цепей, теорией графов и др.

В ходе создания первичного описания объекта (системы) начинается его исследование на связанность (выделение функциональных блоков), позже переходят к качественной, а затем и количественной оценке структурной устойчивости фрагментов модели, при ее декомпозиции и внешних возмущениях с привлечением аппарата анализа бифуркаций, комбинаторно-топологического подхода и других современных математических теорий системного анализа. Тем не менее, безусловно, залогом успешного создания модели экосистемы всегда будет оставаться надежный, полученный в ходе целенаправленного сбора, полевой материал.

В открытых луговых и степных ландшафтах до 60% первичной продукции проходит через трофическую цепочку частбище – копытные и далее к крупным хищникам (Шварц, 1970). Поэтому ось П–К–Х в схеме занимает центральное положение (рис. 1). Преобладание на территории полигона высокогорных альпийских лугов с суровыми климатическими условиями предопределяет незначительное участие в их динамике наземных пойкило-термных животных, кроме того, в темнохвойных формациях пихты относительно бедна орнитофауна.

Данную модель предпочтительнее рассматривать в двух аспектах:

1. **Пространственном** – предусматривается разработка модели в двух пространственных масштабах с разной детализацией и соответственно пространственным разрешением служащих практическим приложением:

а) в существующих границах биоэкологического полигона «Джуга», вписывающегося в семейный участок волка (Кудактин, 1994) – конечного звена основной трофической цепи П–К–Х и территориальной группировки копытных;

б) в границах заповедника, где предусматривается отображение теку-

шей информации детально проработанной на полигоне по основным, самым уязвимым, охраняемым объектам, для принятия управленческих решений в реальном масштабе времени на всей территории.

II. Временном – предусматривается разная степень дискретности измерения параметров отдельных блоков модели, где связи уже установлены и поэтому требуется лишь периодическая их проверка (подтверждение), а при необходимости – корректировка.

В этой связи построение комплексной вербально – математической модели, просматривается в виде блоков, каждый из которых может быть представлен различным математическим аппаратом, разной степенью изученности и проработки отдельных компонентов системы, традиционно и исторически сложившимися приемами описания, лучше реализующими тот или иной аспект системы (пространственный, временной, качественный, количественный и др.).

Гибкость и «продуктивность» такой модели определяется во многом способностью состыковки разнородной информации. Альтернативы геоинформационным системам (ГИС) при практической реализации моделей связанных с имитацией поверхности Земли и размещения на ней ресурсов в настоящее время нет (Berry, 1993, August, 1993, Johnson, 1993; Сысуев; 1998 и др.). Основу такой модели должны составлять взаимно увязанные данные изучения пространственно распределенной информации.

Подробные исследования луговых и лесных формаций на территории заповедника начаты с 1981 года. Составлена карта типов леса и лугов в масштабе 1:50 000 (Придня, 1994, Семагина, 1994). Исследованы закономерности сезонной динамики фитомассы лугов. Заложены постоянные пробные площади, для оценки сезонной динамики биомассы и химизма растительных сообществ (Семагина, Кабина, 1994, Семагина, Королева, Бурлакова, 1994). Произведен расчет допустимой нагрузки на пастбища по формуле $N=U/(K \cdot D)$, где N – нагрузка на пастбище, K – необходимое количество корма на голову, D – продолжительность периода выпаса (Семагина, 1994).

Разработан способ оценки и расчета биомассы копытных на пастбищах, путем визуального подсчета по 4-м половозрастным классам с последующим перерасчетом по каждому из них с использованием уравнения Бергаланфи (Мина, Клевезаль, 1976): $M=M_0 \cdot (1 - \exp(-a(t+b)))$ и примененным для него 3-м коэффициентам (Ромашин, 1994). На основе этого уравнения, по данным учетов численности копытных с 1934 года, произведен ретроспективный расчет биомассы копытных выпасавшихся на стационаре. Оценена средняя, многолетняя биомасса и нагрузка на пастбища за 60 летний период. Выявлены постоянные территориальные микропопуляционные группировки четырех фоновых видов копытных и их сезонные биотопы.

Объект исследований

Совершенно очевидно, что для таких объектов, как популяции крупных млекопитающих, лесные древесные растения и луговые ассоциации, связанных трофическими цепями, должна быть взята территория, измеряемая сотнями тысяч га, т. е. по размерам значительно превышающая объем заповедника (Кудактиш, 1999). Охватить такую территорию, даже многочисленным составом исследователей, не реально. По этой причине, в качестве объекта исследований, взят типичный горный массив в пределах Кавказского биосферного заповедника с достаточно выраженными пространственными границами: горные хребты, крупные реки. Размеры и контуры его на территории удалось вычлениить по естественным границам доступной и реальной единицы верхнего звена трофической пирамиды – участка обитания семьи волка. Этим приемом удалось очертить реальные рубежи и пайти объемы нижестоящих звеньев трофической пирамиды. Выделенной территории дано название созвучное доминирующей горной вершине «Джуга».

Полигон стационара (общая площадь 150 км²) занимает отроги Главного Кавказского хребта: хр. Аспидный – Джуга – Большой Бамбак. Ландшафт типично горно-лесной и плоскогорно-луговой. Основные водные артерии – р. р. Уруштен и Киша, представляют близкие по расходу воды притоки главных рек Кавказского заповедника М. Лаба и Белая. Основной массив с отметками высот 1500–2985 м н. у. м. сложен гранитами; подстилающие материнские породы: конгломераты, песчаники, глинистые сланцы.

Лесные ассоциации с доминированием пихты Кавказской занимают 7,8 тыс. га (52%), на долю субальпийских и альпийских лугов приходится 6,9 тыс. га (46%), а нивальный пояс 0,3 тыс. га (2%).

Климат типичный для Западного Кавказа – прохладный, влажный.

Животный мир представлен тремя видами хищников и включает: семью волка (6–8 особей); 15–20 медведей, 1–2 рыси. Здесь же обитают микрогруппировки оленя, тура, серны, кабана, редких, эндемичных видов птиц (кавказский тетерев, улар); у границ расположена одна из крупнейших на Западном Кавказе колоний белоголовых сипов, грифов (Тильба, 1999).

Произрастает более 300 видов высших растений, что составляет 20% флористического состава заповедника. Среди важных кормовых растений доминируют мятлик длиннолистный, костер пестрый, ветреница пучкватая, тмин Кавказский, овсяница горная и пестрая, осока печальная.

Материалы и методы исследований

Проблема крупные хищники – копытные – растительность в Кавказском заповеднике не нова и привлекает внимание исследователей практически с первых дней его организации. Актуальной она была, как в середи-

не 1930-х годов (Федосеев, 1938; Теплов, 1938), так и 60-х (Котов, 1969; Голгофская, 1970), но получила реальное развитие лишь в середине 1970-х годов (Кудактин, 1982; 1989; 1994; 1998).

На первых этапах исследовались преимущественно фрагменты системы копытные – растительность (Александров, 1968; Голгофская, 1968) и хищник – жертва (волк – копытные). В начале 1980-х годов внимание исследователей привлекла вся трофическая пирамида, но уже не на видовом, а новом популяционном уровне (Придня, Кудактин, 1986, 1989).

Основные методические приёмы для вскрытия механизмов межпопуляционных взаимодействий освещены коллективом авторов (Придня, Кудактин, Семагина, 1989; Сетров, 1994), в последующем они несколько трансформированы и конкретизированы с учетом новых требований. Вместе с тем, основной объект исследований «популяционная экосистема» (Придня, 1986; Кудактин, 1989) сохранился, хотя сбор полевого материала несколько видоизменился с креном на объекты животного мира, при оценке роли динамики основных абиотических факторов среды. Слежение за абиотическими компонентами продолжается, но объём снимаемых параметров сокращен до необходимого минимума.

С началом комплексных исследований экосистемного характера территория разделена на три основных (генеральных) маршрута, на которых проводятся плановые полевые работы. По объёму информации сбор первичного материала несколько шире стандартных фенологических наблюдений, обычно выполняемых в заповедниках. Средний объём полевых работ в пределах полигона стационара составляет 360 человеко-дней (три наблюдателя по 120 дней). Протяженность ежегодных маршрутов превышает 3600 км. За полевой сезон проводится регистрация встреч от 2 до 3,2 тыс. животных (копытные, хищники), что составляет около одной четвертой части регистрации животных всех видов на территории заповедника (таблица 1)

Таблица 1. Численность копытных и хищников в мае – июне в разных районах заповедника

Название урочища	Год	Вид животного, количество встреченных особей						
		Медведь	Волк	Рысь	Зубр	Олень	Тур	Серна
1. Стационар «Джуга»	1996	8	6	1	17	131	46	14
2. Долина реки. Уруштен лагерь Холодный, Псеашха	1996	7	2	–	4	18	–	–
3. Хребты Алоус-Хаджибей	1996	8	6	1	12	38	22	14
4. Долина реки Имеретинка – Хр. Мраморный	1996	4	–	–	–	39	13	15
5. Долина реки Синей, хр. Даитаку	1996	6	2	–	–	42	68	8
1. Стационар «Джуга»	1997	7	7	1	12	138	52	16

2. Долина реки Уруштен, лагерь Холодный, хр. Псеашха	1997	3	2	–	2	16	–	–
3. Хребты Алоус-Хаджибей	1997	3	5	1	6	21	32	12
4. Долина реки Имеретинка – хр. Мраморный	1997	1	–	–	–	11	10	2
5. Долина реки Синей, хр. Дзитаку	1997	1	1	–	–	23	56	2
1. Стационар «Джуга».	1998	6	6	1	8	110	63	16
2. Долина реки Уруштен - лагерь Холодный, хр. Псеашха	1998	1	1	–	1	12	–	–
3. Хребты Алоус-Хаджибей	1998	4	7	–	6	11	43	12
4. Долина реки Имеретинка – хр. Мраморный	1998	1	–	–	–	8	8	2
5. Долина реки Синей, хр. Дзитаку	1998	1	1	–	–	38	39	2
1. Стационар «Джуга».	1999	8	6	1	4	116	52	14
2. Долина реки Уруштен, лагерь Холодный, хр. Псеашха	1999	2	2	–	–	2	–	–
3. Хребты Алоус-Хаджибей	1999	6	6	1	2	11	20	9
4. Долина реки Имеретинка – хр. Мраморный	1999	2	–	–	–	9	23	2
5. Долина реки Синей, хр. Дзитаку	1999	2	1	–	–	7	43	2

Наблюдения за животными

С 1986 г. в пределах полигона стационара, для оценки важнейших механизмов, синхронизирующих процессы в них и экосистеме в целом (включая солнечную активность, климат, геофизические переменные и др.), проводится сбор данных по динамике пространственной и экологической структуры группировок копытных и крупных хищников

Тур. На основании выявленных зимовочных станций выделены три территориальные группировки (микрораспуляции) «Аспидная» (40 особей), «Челепсинско-Бамбакская (38 особей) и «Турово-Мордовская» (100 голов). В пределах полигона стационара летняя численность туров после депрессии 1983 – 98 годов вновь возросла почти до прежнего, равновесного, для этой территории, значения (200 голов). Высокой оказалась и доля сеголеток (7,5 %) показатель, превысивший многолетнюю среднюю величину (603 %).

Олень. По выделенным зимовкам, можно считать установленным наличие двух достаточно хорошо выраженных группировок: первая в долине реки Уруштен, вторая по реке Киша. Общая численность оценена 145 + 10 особей и оказалась ниже уровня начала 1990-х годов (180–220) и отражает общие тенденции популяционного тренда вида.

Серна. Выраженных зимних территориальных подразделений не выяв-

лено, что связано с достаточно однородным заселением территории. Общая численность близка к средней многолетней величине – 70–90 голов.

Зубр. На территории стационара представлен одной группировкой, оседло обитающей в долине реки Аспидная.

Кабан. Высокогорная микропопуляция кабана состоит из 3 локальных группировок: Джугско – Челепсинская; Уруштенская; Аспидная.

Выраженная сезонная изоляция между группировками прослеживается только в многоснежные зимы. Общая численность варьирует по годам от 35 до 40 особей, оставаясь относительно стабильной на протяжении последнего десятилетия.

Волк. На протяжении почти тридцатилетнего периода наблюдений на участке обитания семьи волков «Уруштен-2», названной по одноименному урочищу, средний, многолетний состав составил 6,2 особи. Освоение территории членами семьи «Уруштен-2» хотя и вписывается в выявленную и описанную ранее схему (Кудактин, 1998), но претерпевает некоторые пространственно временные изменения. Освоение территории волками проходит синхронно с таковым у оленей и туров, тяготеющих к склонам разной экспозиции в зависимости от сезонной вегетации растительности.

Бурый медведь. На территории стационара относительно оседло обитает от 4 до 8 медведей. Известные четыре зимние берлоги расположены в скалах на левом берегу реки Уруштен, ниже устья реки Малая Челепсинка и отрогах хребта Джуга. В берлогах на протяжении трёх лет зимуют две самки и два самца. Летнее население медведей не отличается постоянством. Ротация зверей мигрирующих и временно задерживающихся на контролируемой территории отражает общие тенденции динамики и структуры населения вида в заповеднике (рис. 2).

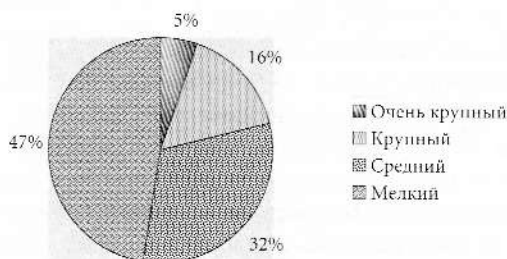


Рис. 2. Состав популяции медведей на территории стационара.

Общая биомасса группировки копытных на исследуемом участке оценена в следующих показателях: зубр – 5665 кг., олень – 17684 кг., тур – 11500 кг., серна – 1914 кг., кабан – 3200 кг.

Суммарная биомасса копытных равна 39951 кг. Или 6,2 кг/га. При расчете баланса хищник – жертва на примере копытные – волк и копытные – медведь эти соотношения выражаются в следующих показателях: зубр/волк – 944/1; зубр/медведь – 708/1; олень/волк – 2747/1; олень/медведь – 2210/1; тур/волк – 1916/1; тур/медведь – 1437/1; серна/волк – 319/1; серна/медведь – 239/1; кабан/волк – 533/1; кабан/медведь – 400/1.

Суммарное соотношение копытные/волк – 6658/1; копытные/медведь – 4993/1. Исходя из классических расчетов Д. Пимлотта (Pimlott, 1969) и Д. Мича (Mech, 1970) баланс хищник – жертва ниже оптимальной величины (12000 – 1) почти вдвое. В сложившейся ситуации хищники жестко регулируют популяции жертв, на фоне авторегуляции.

По нашим же расчетам (Кудактин, 1994, 1998) межпопуляционные взаимодействия в подсистеме хищник – жертва не выходят за пределы многолетних средних параметров, близких к климаксовому состоянию. Последнее обусловлено не только ротацией членов волчьей семьи, но и подпиткой территории мигрирующими с сопредельных территорий копытными.

Анализ элиминирующих факторов в популяциях копытных показывает доминирующую роль антропогенного в сравнении с хищничеством и неблагоприятными погодными условиями. Последнее подтверждено данными реакции копытных на человека: дистанция испугивания и убегания, (табл. 2).

Таблица 2. Реакция разных видов копытных на человека и всадника в Кавказском заповеднике

Название Урочища	Год	Дистанция убегания в (м)			
		Олень	Тур	Серна	Зубр
1. Стационар «Джуга»	1996	100–150	200–250	60–70	70–80
2. Долина р. Уруштен лагерь Холодный	1996	100–150*	–	–	100–150
3. Хребет Алоус, Хаджибей	1996	200–250	200–250	100–120	70–80
4. Долина р. Имеретинки хр. Мраморный.	1996	300–350	300–400	150–200	–
5. Долина р. Синей хр. Хрустальный	1996	150–200	200–250	100–110	–
1. Стационар «Джуга»	1997	150±50	200±50	80±20	100±20
2. Долина р. Уруштен лагерь Холодный	1997	100±20	–	–	80±10
3. Хребет Алоус, Хаджибей	1997	350± 50	400±50	200±20	200±30
4. Долина р. Имеретинки хр. Мраморный.	1997	400±50	400±50	300±50	–
5. Долина р. Синей хр. Хрустальный	1997	350±50	300±50	200±50	–
1. Стационар «Джуга»	1998	300±50	250±50	70±20	100±20
2. Долина р. Уруштен лагерь Холодный	1998	120±20	–	–	80±20
3. Хребет Алоус, Хаджибей	1998	450±50	450±50	200±50	200±30
4. Долина р. Имеретинки хр. Мраморный.	1998	400±50	400±50	300±50	–
5. Долина р. Синей, хр. Хрустальный	1998	400±50	300±50	250±50	–
1. Стационар «Джуга»	1999	200–400	250±50	80±20	–
2. Долина р. Уруштен лагерь Холодный	1999	150±50	–	–	–
3. Хребет Алоус, Хаджи-бей	1999	500±50	500±50	200±50	–
4. Долина р. Имеретинки хр. Мраморный.	1999	500±100	500±100	250±50	–
5. Долина р. Синей хр. Хрустальный	1999	400±100	500±100	250±50	–

- * 100; 200; 400 – средняя дистанция начала убегания;
- * ± 50 ; ± 20 – дистанция убегания от человека;
- * ± 50 ; ± 20 – дистанция убегания при встрече всадника.

Выраженная стресс-реакция копытных на человека в разных районах заповедника может быть оценена двояко. С одной стороны негативно, и рассматриваться как дестабилизирующий популяционный фактор. С другой – позитивно, если расценивать стресс-реакцию с позиций адаптации вида к антропогенному фактору. По мере накопления опыта избегания опасности стресс-реакция нормализуется, а популяция, пройдя нижний критический уровень численности, реализует свой биотический потенциал и возвращается в равновесное состояние.

Литогеохимические особенности почв пастбищ.

Статистическая характеристика химических элементов, определенная в верхнем гумусовом горизонте почв, свидетельствует о неоднородности их содержания (табл. 3) Следует учитывать, что в приводимых ниже материалах использованы результаты валовых определений металлов в гумусовом горизонте верхней части разреза горно-лесных и горно-луговых почв (0–5 см). Металлы определялись спектральным полуколичественным и приближенно-количественным методом. В силу особенностей формирования горных почв, валовые содержания элементов практически полностью отражают геохимические особенности геологического строения района, особенно для горно-луговых почв альпийского пояса.

В связи с двойственной ролью металлов в жизни животных и растений характеристику и анализ ситуации в каждом конкретном случае проводили с учетом общих закономерностей распространения элементов на данной территории и с позиций потребности конкретных видов в том или ином элементе. Влияние металлов в общем случае определяется естественным природным фоном изучаемой территории. Эффект токсичности при избыточном поступлении в организм животных может проявляться для элементов с низким фоновым содержанием в данной местности. С другой стороны и дефицит элемента может быть неблагоприятным фактором для существования отдельных видов (Зигель, 1993). Исходя из этих позиций характеристика отдельных элементов, положенная в основу районирования по благоприятности для растений и животных, должна включать данные по местному фону, аномальным и минимальным концентрациям элементов, в пределах распространения исследуемых популяций.

С позиций качества пастбищ, простейшей обобщающей характеристикой, может служить абсолютное и относительное значение площади пастбищ выделяемых по показателям «благоприятности». Предполагается, что подобный подход позволит получить поддающуюся анализу информацию для сопоставления с определенными обобщенными показателями «здоро-

вья среды» (Захаров, 1999) и здоровья отдельных популяций или группировок, пространственно приуроченных к конкретным территориям.

Таблица 3. Характеристика отдельных элементов геохимического комплекса модельной территории по данным литогеохимического опробования гумусового горизонта почв.

Показатель	Mn*10 ⁻²	Pb*10 ⁻³	Zn*10 ⁻²	P*10 ⁻³	Mo*10 ⁻³	V*10 ⁻²	Sr*10 ⁻²	Vi*10 ⁻¹	Ba*10 ⁻²	Cr*10 ⁻²
Минимум	0,8	0,8	0,3	1	0,2	2	0,5	2	6	1,4
Максимум	100	80	20	10	4	5	3	5	10	3
Среднее	9,82	3,89	2,05	1,84	1,06	2,49	1,15	3,20	7,41	1,74
Отклонение	10,13	3,70	1,41	0,97	0,43	0,67	0,36	0,48	1,97	0,39
Медиана	7	3	2	2	1	2	1	3	6	1,5
Число точек *	1359	1357	1333	899	768	652	72	174	17	140
Аномалий, Ca*	26	21	5	17	16	8	1	5	0	8
Процент ан. т.	1,9	1,5	0,4	0,9	2,1	1,2	1,4	2,9	0	5,7

* – число точек с содержанием элемента выше предела чувствительности метода и число аномальных точек (аномалий (Ca)).

Если обобщить сведения из разных источников, роль каждого элемента, при моделировании ситуации, можно рассматривать со следующих позиций:

- 1) наличие элемента, как необходимого компонента пищи растений и животных;
- 2) функциональная биохимическая роль необходимых ионов тяжелых металлов;
- 3) норма ПДК в определенной среде (если таковая имеется):
 - а) загрязнение:
 - i) как превышение ПДК;
 - ii) как превышение местного или регионального фона.
 - б) дефицит:
 - i) по аномальности содержания;
 - ii) относительно потребности (для отдельных элементов).

Выяснилось, что потребность в различных химических элементах их функциональная роль и данные, характеризующие степень условного загрязнения модельной территории по отношению к ПДК или местному фону и фону КГПБЗ различны (табл. 4).

Таблица 4. Потребность животных и растений в минеральных компонентах пищи и некоторые функции металлов в организме.

Элемент	Потребность		Функция в организме, токсичность.
	Раст.	Жив.	
Ртуть	Н	Н	Пары оказывают нейрорпсихическое действие, а метилртуть сепсорно-моторное действие, в целом воздействие проявляется в патологической возбудимости.
Уран	Н	Н	Главным образом воздействует на почки, воздействуя на почечные канальцы; механизм возникновения толерантности к урану не изучен.
Цинк	+	+	Входит в состав 70 Zn-содержащих ферментов, включая карбоангидразу, дегидрогеназы, щелочную фосфатазу; участвует в усвоении силикатов, метаболизме пуклеиновых кислот и клеточном делении.
Свинец	Н	Н	На 70–95 % распределен в скелете; доза свинца в крови влияет на ингибирование дегидратазы аминокислоты и рост протопорфирина в эритроцитах; влияет на синтез и распад гемоглобинов.
Фосфор	++	++	Жизненно необходимый элемент для организмов, влияние во многом определяется формой нахождения в природных средах, в свободной форме крайне токсичен.
Медь	+	+	Содержится в окислительно-восстановительных системах хлоропластов (пластоцианин); в аскорбат- и полифенолоксидазе, участвующих в метаболизме фенольных соединений; переносчик O ₂ в реакциях сшивания коллагена и в образовании пигментов.
Хром	–	±	В животных организмах кофактор инсулина (глюкозный фактор толерантности)
Никель	±	±	Содержится в уреазе; стабилизирует структуру РНК и ДНК и структуры рибосом.
Кобальт	±	±	В составе витамина В12; для метилирования и фиксации азота в синезеленых водорослях
Молибден	±	±	В составе нитратредуктазы, альдегидоксидазы; антагонист меди.
Висмут	Н	Н	Биологическая роль не выяснена, сведения о потребности в литературе отсутствуют.
Литий	Н	Н	
Ниобий	Н	Н	
Стронций	Н	Н	Несмотря на постоянное присутствие в организме его биологическая, физиологическая и биохимическая роль не выяснена
Барий	Н	Н	Биологическая роль не выяснена, сведения о потребности в литературе отсутствуют.
Марганец	+	+	Окислительно-восстановительные реакции; фотосистема-2 в фотосинтезе; метаболизм жиров в диатомеях; мукополисахариды, их синтез в хрящах.
Ванадий	±	±	Фиксация азота; окислительно-восстановительный катализ и превращения эфиров; метаболизм железа
Вольфрам	Н	Н	Биологическая роль не выяснена, сведения о потребности в литературе отсутствуют.
Железо	+/++	+/++	Обратимые реакции Fe(II)/Fe(III), фундаментальные для многих процессов, метаболизм O ₂ ; необходимо для синтеза порфирина, в гемоглобине, миоглобине; в концевых оксидазах, пероксидазах.

Потребность: Н – не определена; ± – в очень малых количествах (по отдельным данным);

+ – в микроколичествах; ++ – в макроколичествах; ++/+ – в микро- и макроколичествах.

С позиций избыточности, с учетом возможного класса биологической опасности и токсичности для растений, модельная территория может считаться потенциально загрязненной по следующим элементам:

1) для элементов с установленным уровнем ПДК:

- а) **свинец (Pb)** – I класс, сильная токсичность;
- б) **молибден (Mo)** – II класс, средняя токсичность;
- с) **ванадий (V)** – III класс, низкая токсичность.

2) для элементов с не установленным уровнем ПДК:

- а) **цинк (Zn)** – I класс, средняя токсичность;
- б) **фосфор (P)** – I класс, низкая токсичность;
- с) **висмут (Bi)** – II класс, средняя токсичность;
- д) **барий (Ba)** – III класс, низкая токсичность.

Солонцы и их роль в жизни животных

Участки ландшафтов, измененные в результате интенсивного посещения дикими животными с целью поедания горных пород и минералов (включая питье минерализованных вод), у отечественных зоологов получили название «солонцов» или «зверовых солонцов» (Насимович, 1938).

В горах Кавказа образование классических солонцов маловероятно. Здесь следует говорить об осолонцевании почвогрунтов с количеством натрия в поглощающем комплексе до 10% от емкости обмена.

Для оценки возможности осолонцевания почвогрунтов выведено несколько эмпирических зависимостей, основанных на соотношении макрокатионов в грунтовых водах.

$$\frac{Na + Mg}{Na + Mg + Ca}$$

(Можейко, Воротник, 1970)
при отношении менее 0,6 – осолонцевание исключено; более 0,6 – возможно.

$$\frac{Na + Mg}{Ca}$$

(Буданов, 1967)
при менее 1 – осолонцевание исключено;
1–3 – возможно;
более 3 – неизбежно.

$$\frac{(Na + Mg)^2}{2\sqrt{Ca}}$$

(Департамент с/х США)
при менее 1 – осолонцевание исключено;
1–4 – возможно;
более 4 – неизбежно.

Таким образом, при содержании в грунтовых водах кальция менее 25% и подчиненном количестве магния, натриевое осолонцевание почвогрунтов неизбежно. Если концентрация кальция в грунтовых водах составляет 25–40% от суммы катионов, осолонцевание возможно.

Следует отметить, что при любом способе образования солонцеватых почвогрунтов большее их количество скрыто дерном или переотложившимися породами и мало доступно для животных.

Роль солонцов в жизни травоядных животных весьма многогранна. Посещения солонцов животными имеют закономерную связь с периодами смены кормового рациона, линьки, роста молодых рогов, отела, лактации, гона.

При весеннем переходе на питание зелёной растительностью потери натрия у животных вдвое больше, чем при употреблении ветоши. Высокий уровень калия в пищевом тракте в это время препятствует снижению осмотического напряжения в фекальной массе, что, в свою очередь, мешает поглощению из них воды и приводит к сопутствующей потере натрия.

При устойчивом или периодическом дефиците натрия в окружающей среде у животных развиваются устойчивые или периодические адаптивные физиологические и поведенческие реакции, направленные на сохранение водно-солевого баланса. В случае продолжительной резкой нехватки натрия в среде обитания адаптивная система у животных может не справиться, что вызывает миграционную активность.

Инстинкт поиска глины в чистом виде проявляется у животных довольно часто. По всей видимости, это нормальная инстинктивно обусловленная поведенческая реакция, направленная на стабилизацию в организме минерального равновесия. Способность минеральных сорбентов, особенно натрий содержащих, эффективно инактивировать самые разнообразные ядовитые вещества и улучшать состояние животных наводит на мысль, что дикие животные могут поедать их с целью самолечения.

Таким образом, у жвачных животных при поиске солонцов может преобладать либо одна, либо другая мотивация: инстинкт поиска высокодисперсных минеральных веществ (глин, алевролитов и т. п.), или поиска натрия. При этом поиск «чистой» глины или поиск «чистого» натрия в природе чаще всего приводит к одновременному потреблению и того и другого, поскольку и глина и натрий – вещества, часто встречающиеся вместе. Их «сонахождение» определяется физико-химическими свойствами, химическим составом, а также особенностями генезиса солонцов и глин.

Практически всегда животные отдают предпочтение естественным солонцам даже при наличии искусственных. Солонцы несут весьма важную зоосоциальную нагрузку, являясь естественными местами концентрации диких животных. Большинство исследователей при обсуждении «социальной» роли солонцов сходятся на мысли, что солонцы являются местом об-

щения животных, в т. ч. местом брачных игр (Паничев, 1990).

Районирование территории по условиям среды обитания животных

Необычайная чувствительность диких животных к минеральному компонентному составу отмечалась многими исследователями (Насимович, 1938; Розмахов, 1940; Капланов, 1949; Ливеровский, 1959; Паничев, 1990; Beath, 1942; Stockstad, 1953). Геохимическое районирование, в частности по качеству водных источников, позволяет выделить благоприятные зоны для обитания животных, что, в свою очередь, обуславливает комплекс тех или иных охранных мероприятий (табл. 5).

Таблица 5. Условия среды обитания

Показатель	Условия	Район	Площадь, км ² (%)
По химическому составу			
Na>50%-экв	весьма благоприятные	1	44,7 (30,7)
Na=25-50%-экв	благоприятные	2	68,0 (46,7)
Na<25%-экв	нейтральные	3	33,0 (22,6)
По степени загрязнения			
Zc<1	удовлетворительные	4	58,3 (40,0)
Zc=1-3	допустимые	5	48,9 (33,6)
Zc=3-10	умеренно-опасные	6	12,5 (8,5)
Zc=10-100	неблагоприятные	7	5,8 (4,0)
Zc>100	весьма неблагоприятные	8	20,2 (13,9)

Районы с различными условиями часто совпадают по площади. Такие территории образуют смешанные районы, в пределах которых условия благоприятности могут изменяться в течение сезонов года. Площадное распределение районов с учетом их совмещения приведено в таблице 6

Таблица 6.

Е. и.	Площадь районов													
	1	2	3-4	1-5	2-5	5	1-6	2-6	2-7	1-8	2-8	6	7	8
район	13,2	15,0	25,0	20,8	17,0	8,4	1,2	5,1	4,2	5,2	19,0	2,6	3,5	5,5
%	9,0	10,4	17,1	14,3	11,7	5,8	0,8	3,5	2,9	3,6	13,0	1,8	2,4	3,7

Районы с 1 по 5, включая их совместные вариации, с точки зрения качества водных источников в той или иной степени благоприятны для постоянного обитания копытных животных. Занимая площадь 99,4 км² (68, 3%) эти территории заключены между реками Киша – Мордовская – Бамбачка – Уруштен – Аспидная. К районам полного благоприятства по содержанию натрия и отсутствию загрязняющих веществ следует отнести: левобережный бассейн р. Мордовской, верховья и правобережье р. Челепсы, всю область питания р. Озерной; Бурьянистый хребет с северными и южными склонами до рек Уруштен и Аспидная; верховья р. Грустной.

Районы 1÷6 – 2÷8, общей площадью 34,7 км² (23,8%), могут быть благо-

приятны только для сезонного или временного обитания животных. В основном они занимают южные склоны Солонцового хребта и бассейн левого притока р. Челепсы («Туровая крепость»).

Территории от г. Бамбак до р. Челепсы, шириной 1–1,2 км и площадью около 4 км², западный склон г. Джуга (2,5 км²) и правобережье р. Киша, севернее Мордовской (5 км²), полностью непригодны для обитания копытных животных по причине сильного загрязнения вод фосфором и бериллием (районы 6–8).

Заключение.

Рассмотренные материалы дают основания для некоторых общих заключений.

1. Выбранный объект исследований – фрагмент крупной заповедной экосистемы, представлен репрезентативным участком гор Западного Кавказа. На его территории обитают устойчивые грушировки (микрораспространенности) копытных и хищников, находящиеся в тесном взаимодействии с растительными ресурсами и элементами ландшафта, обладающими специфическими геохимическими особенностями почв.

2. Наиболее, уязвимой, составной частью изучаемой экосистемы остаётся животный мир. Ведущими лимитирующими факторами, определяющими благополучие популяций охраняемых видов, остаются: антропогенный, межпопуляционные взаимодействия в подсистеме хищник – жертва. Но если, межпопуляционные взаимодействия в системе хищник – жертва можно отнести к естественным, то антропогенный к искусственно внесенным, но управляемым. Нивелирование его – путь возврата экосистемы в естественное состояние.

3. Сравнительный анализ динамики численности основных охраняемых видов животных, их реакции на человека, свидетельствуют о негативных тенденциях развития популяции, последствия которых, могут отразиться на их пространственной и экологической структуре.

Литература

1. Акатов В. В. 1999. Роль островного эффекта в формировании высокогорных фитоценозов Западного Кавказа // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Краснодар. 32 с.

2. Акатов В. В. 1999. Островной эффект как фактор формирования высокогорных фитоценозов Западного Кавказа. Майкоп. 147 с.

3. Александров В. Н. 1968. Экология кавказского оленя // Труды Кавказского государственного заповедника. М.: вып. С. С. 95–200.

4. Буданов И. А. 1967. Оценка мелиоративного состояния земель. М.: Колос. 83 с.

5. Голгофская К. Ю. 1970. Рост населения копытных и состояние кормо-

вых угодий Кавказского заповедника // Бюл. МОИП. Отд. биол. М.: т. 125, вып. 4. С. 9–16.

6. Захаров В. М. 1999. Приоритеты национальной экологической политики России. М.: Наука. 100 с.

7. Зигель Х., Зигель А. 1993. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов. М.: Мир. 368с.

8. Капланов Л. Г. 1949. Тигр. Изюбр. Лось // Бюл. МОИП. Отд. зоол. М. Вып. 14. С. 18–126.

9. Котов В. А. 1969. Плотность населения высокогорных копытных Кавказского заповедника как показатель биологической продуктивности угодий // Естественная производительность и продуктивность охотничьих угодий СССР. Киров. Ч. II.

10. Кудактин А. Н. 1982. Взаимоотношения волка и копытных в Кавказском заповеднике. // Экология, охрана и использование хищных млекопитающих в РСФСР. М. С. 65–73.

11. Кудактин А. Н. 1989. Состояние популяций некоторых охотничье – промысловых животных в аридной зоне Ставрополя // Экологические проблемы Ставропольского края и сопредельных территорий (Тезисы докладов). Ставрополь. С. 326–330.

12. Кудактин А. Н., Придня М. В., Семагина Р. Н. 1989. Методические рекомендации по выявлению взаимоотношений популяций хищников, копытных и растительных сообществ горных экосистем биосферных заповедников. Сочи. 52 с.

13. Кудактин А. Н. 1990. Трофические связи медведя на Кавказе // Медведи СССР (Тезисы докладов). Шушенское. С. 27–29.

14. Кудактин А. Н. 1994. Семья – ячейка популяции // Заповедная экологическая пирамида (Исследование динамики и структуры биогеоценозов Кавказского заповедника). Сочи. С. 152–190.

15. Кудактин А. Н. 1997. Волк в экосистемах Кавказского биосферного заповедника // Состояние популяций хищных млекопитающих и их охрана в России. Нелидово. С. 52–59.

16. Кудактин А. Н., Власов В. В. 1998. Опыт моделирования заповедной экосистемы // Труды Ассоциации заповедников Сибири и Алтая. Шушенское. С. 280–291.

17. Кудактин А. Н. 1999. Крупные хищники и функционирование заповедных экосистем // Заповедники и национальные парки. С. 23–27.

18. Ливеровский Ю. А. 1959. Зверовые солощы Сихотэ – Алиня // Учен. зап. МГУ. Биогеография. Вып. 189. С. 66–77.

19. Можейко П. В., Воротник Д. А. 1970. Осолонцевание почв в аридной зоне. М.: Колос. 297 с.

20. Насимович А. А. 1938. К познанию минерального питания диких животных Кавказского заповедника // Труды Кавк. заповедника. М.: вып. 1. С.

21. Паничев А. М. 1990. Литофагия в мире животных и человека. М.: Наука. 224 с.

22. Придня М. В. 1981. К моделированию микроэволюции лесообразователей Западного Кавказа // Моделирование биогеоэкологических процессов. М.: Наука. С. 86–94.

23. Придня М. В. 1994. Популяционные экосистемы, пути исследования проблем их организации и эволюции // Заповедная экологическая пирамида (Исследование динамики и структуры биогеоценозов Кавказского заповедника). Сочи. С. 52–103.

24. Розмахов И. Г. 1940. К проблеме минерального питания диких животных Кавказского заповедника // Научн. -метод. зап. Гл. упр. по заповедникам, зоопаркам, зоосадам. М.: вып. 7. С. 201–210.

25. Семагина Р. Н. 1994. Роль высокогорных лугов в экосистемах // Заповедная экологическая пирамида (Исследование динамики и структуры биогеоценозов Кавказского заповедника). Сочи. С. 104–127.

26. Сетров М. И. 1978. Системно-организационное моделирование заповедных биогеоценозов // Методологические проблемы организации биосистем. Л.: Наука. С. 140–180.

27. Сетров М. И. 1994. Комплексный экологический мониторинг ПТК Кавказского биосферного заповедника // Заповедная экологическая пирамида (Исследование динамики и структуры биогеоценозов Кавказского заповедника). Сочи. С. 6–28.

28. Шварцев С. Л. 1978. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. М.: Недра. 285 с.

29. Beath O. A. 1942. Biological significance of mineral Licks // Honess R. F., Frost N. M. A Wyoming bighorn sheep study. Wyoming. Bull. 1. P. 88–94.

30. Stockstad D. S., Morris M. S., Lory E. C. 1953. Chemical characteristics of natural licks used by big game animals in western Montana // Trans. N. Amer. Wildlife Conf. Vol. 18. P. 247–257.