

## МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫМИ ПРИРОДНЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ *предварительная версия*

В. В. Стрижов, В. В. Шакин (Москва, ВЦ РАН),  
А. К. Благовидов (Представительство МСОП для стран СНГ)  
e-mail: [strijov@ccas.ru](mailto:strijov@ccas.ru), [shakin@ccas.ru](mailto:shakin@ccas.ru), [akb@iucn-cis.org](mailto:akb@iucn-cis.org)

**Аннотация.** *Рассматривается модель управления ООПТ с обратной связью и с двумя участниками процесса управления – субъектом и объектом. Субъект управления назначает цели управления, и, в соответствии с этими целями и с состоянием объекта управления, выбирает один из множества допустимых вариантов управления. Во время процесса управления производится мониторинг показателей объекта управления. Результатом мониторинга являются данные, зависящие от состояния объекта, вид зависимости известен. Описанная модель использует данные ежегодных отчетов ООПТ и экспертные оценки состояния ООПТ.*

**Ключевые слова:** *модель управления, цели, критерии, модель порождения данных, заповедник*

### **Введение**

На сегодняшний день в России работают девяносто девять заповедников – выделенных, особо охраняемых природных территорий. Заповедник – самая высокая форма охраны природных территорий. Это означает, что субъект управления не может прямо влиять на состояние охраняемой природной территории и главная его цель – обеспечение защиты природной территории от антропогенных воздействий. Особенность предлагаемой модели ООПТ состоит в том, что непосредственное управление объектом недопустимо, и поэтому в качестве объекта управления рассматривается не ООПТ, а источник негативного воздействия на неё. Управление самой природной территорией производится косвенно, через её охрану от антропогенных воздействий.

Схема охраны ООПТ от антропогенных воздействий строится следующим образом.

1. Составляется систематизированный перечень воздействий, и собирается информация об источниках воздействий.
2. Производится оценка влияния каждого вида воздействий на состояние ООПТ.
3. Каждому воздействию ставятся в соответствие оптимальные, в некотором смысле, ответные меры по защите от воздействия.
4. По отчетам заповедников оценивается эффективность их работы как совпадение принятой руководством меры с оптимальной мерой.

Так же выглядит схема профилактической охраны ООПТ по защите от воздействий, которые могут появиться в ближайшем будущем. Антропогенные воздействия в этом случае называются угрозами.

Экспертами [1] был составлен следующий список воздействий на ООПТ: туризм (на территории заповедников туризм не разрешен) \cite{zakon}; охота и лов рыбы; рубки леса; сбор дикоросов – ягод и грибов; сельское хозяйство и другие технологические нарушения заповедного режима; загрязнение, как импактное, так и фоновое; поселения на территории и вблизи территории заповедника; водопользование и пользование недрами; катастрофы. В Приложении приведена таблица, в которой описана модель обнаружения воздействий по прямым и косвенным данным.

Таким образом, задача управления сводится к выбору оптимальной меры по защите от воздействия, исходя из данных о состоянии самого заповедника и оценки влияния воздействия на заповедник. Ниже будут рассмотрены элементы математической модели, позволяющие решать данную задачу.

### **Описание модели**

На Рис. 1. показана функциональная схема модели управления для одной природной территории. Модель определена, если определены все элементы, из которых она состоит. Данная модель состоит из пяти элементов: модели принятия решения, модели источника воздействия на ООПТ, модели состояния ООПТ, модели порождения данных, модели оценки результатов наблюдений.

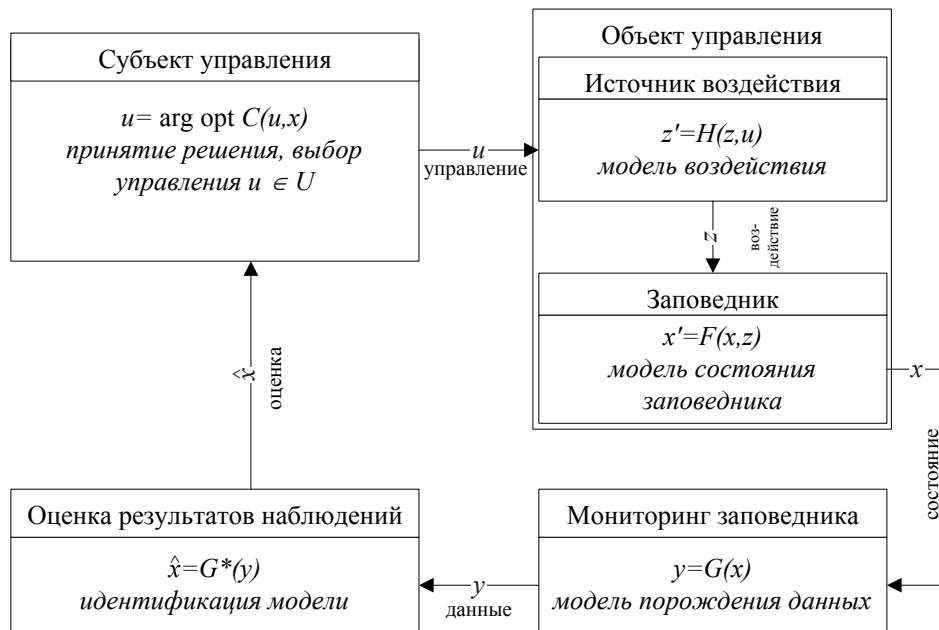


Рис. 1. Функциональная схема модели управления ООПТ

Обозначения на вышеприведенной схеме:

$x \in X$  – текущее состояние ООПТ, определенное на множестве состояний. Также, состояние ООПТ  $x \in X \supset N$ , где  $N$  – экологическая ниша, или норма жизни экосистемы.

$z \in Z$  – воздействие на ООПТ, определенные на множестве воздействий

$y \in Y$  – результаты мониторинга ООПТ, вектор в пространстве показателей ежегодных отчетов заповедников

$u \in U$  – управление, выбранное из множества допустимых вариантов управления

$C(x, u)$  – критерий качества управления ООПТ, зависящий от ее состояния  $x$  и выбираемого управления  $u$ . Качество управления также определяется заданной целью управления.

$z' = H(z, u)$  – описание связи между управлением  $u$ , состоянием источника воздействия  $z$  и изменением состояния источника воздействия  $z'$

$x' = F(x, z)$  – описание связи между воздействием  $z$ , состоянием природной территории  $x$  и изменением состояния природной территории  $x'$

$y = G(x, z)$  – описание связи между внутренним состоянием ООПТ, воздействиями на ООПТ результатами мониторинга  $y$

Математическая модель задана, если элементы  $x, x', z, z', y, u, c, f, g, h$  определены. Очевидно, что определить такие множества, как множество состояний заповедника  $X$  или множество антропогенных воздействий  $Z$  на территорию заповедника весьма сложно. Поэтому, при построении модели заповедника, там, где это необходимо, применяются экспертные суждения. Принятие управленческого решения также выполняется экспертами, и, следовательно, нет необходимости в построении сложных пространств. Для принятия решения удобнее строить интегральные показатели состояния заповедника. Таким образом, оценки  $\hat{x}, \hat{z}$  – интегральные показатели, соответствующие объективному состоянию заповедника  $x$  и объективным воздействиям на территорию заповедника  $z$ . Значения этих объективных величин могут быть доступны косвенно, через мониторинг состояния ООПТ в виде измеряемых показателей  $y$ . Допуская, что значения измеряемых показателей  $y$  зависят от состояния ООПТ  $x$  и воздействий  $z$ , и вид зависимости  $G$  известен, можно построить оценки  $\hat{x}, \hat{z}$ .

В данной математической модели большое место уделяется экспертным суждениям и оценкам. Выработку согласованных экспертных суждений делает группа экспертов. Условно эксперты могут делиться на две группы: эксперты-аналитики и эксперты-синтетика. На практике в первую группу чаще попадают ученые и специалисты по заповедникам, а во вторую администраторы – директора и работники заповедников. Эксперты принимают участие в построении следующих элементов модели:

- 1) Принятие управленческого решения  $u$ ; эксперты-синтетика

- 2) Участие в выработке согласованной оценке состояния ООПТ и воздействий  $x^{\wedge}$ ,  $z^{\wedge}$ ; эксперты-синтетика
- 3) Оценка весомости показателей состояния ООПТ, оценка влияния воздействий на состояние заповедника; эксперты-аналитики
- 4) Построение и идентификация модели порождения данных  $G$ ; эксперты-аналитики
- 5) Оценка эффективности управления ООПТ  $C$ ; эксперты-аналитики

Методика работы экспертных групп более подробно описана в [2]. За рамки данной статьи выходят прогностические модели состояния ООПТ и состояния источника воздействия в связи с их сложностью. На Рис. 1. Эти модели находятся в блоке “Объект управления” и обозначены соответственно  $x' = F(x, z)$  и  $z' = H(z, u)$ .

### **Выбор управляющего воздействия**

Выбор управляющего воздействия  $u$  зависит от целей [3], ресурсов и состояния заповедника. Главная цель заповедника – минимизировать воздействие. Этой целью и имеющимися ресурсами определяется множество управленческих решений. Из этого множества выбирается одно решение, или мера по пресечению воздействия. Охрана заповедников есть управление по воздействию. Каждому воздействию и каждой угрозе для заповедника поставлен в соответствии набор мер. Управляющее воздействие изменяет состояние заповедника таким образом, что его состояние стремится к некоторому оптимальному состоянию.

Эффективность управления заповедником оценивается. Годовой цикл контроля над деятельностью заповедников заключается в следующем. Есть список зарегистрированных воздействий на заповедник и список мер, принятых руководством заповедника. Эти два списка представлены в годовом отчете работы заповедника. Эффективность управления заповедником оценивается посредством анализа адекватности воздействий и принятых мер.

### **Построение интегральных показателей**

Важную роль в предлагаемой модели управления ООПТ играет построение интегральных показателей, в нашем случае оценок состояния ООПТ и оценок воздействия на ООПТ, от которых зависит принимаемое решение  $u = C(x^{\wedge}, z^{\wedge})$ . Таких показателей два:  $x^{\wedge}$  – интегральный показатель состояния ООПТ и  $z^{\wedge}$  – интегральный показатель воздействия на ООПТ. Значения этих показателей зависят от результатов мониторинга ООПТ  $y = G(x, z)$ . Для вычисления значений интегральных показателей ранее были предложены методы, как с участием, так и без участия экспертов [4]. При описании данной модели мы остановим внимание на выборе шкалы для интегрального показателя. Шкала интегрального показателя должна отвечать следующим требованиям. Во-первых, она должна быть проста и понятна эксперту. Во-вторых, эта шкала должна предоставлять возможность оценивать не только текущее состояние заповедника, но и делать сравнительную оценку всех заповедников, работающих на территории России. И в третьих, она должна быть достаточно точна, чтобы адекватно отображать состояние заповедника или системы заповедников.

В работе [4], (см. с. 12), предлагается иерархическая система построения интегрального показателя, которую мы приняли при построении описываемой модели. Интегральный показатель  $x^{\wedge}$  строится следующим образом. Измеряемые показатели  $y$ , декларированные зависимыми от состояния заповедника  $x$  объявляются показателями базового уровня (см. Рис. 2). Эти показатели приводятся к единой шкале для дальнейшего сопоставления, и, при необходимости, деноминируются. В качестве деноминаторов выступают характеристики заповедников, которые необязательно зависят от их состояния. Деноминация, как и приведение к единой шкале, служит для построения единой системы аналитических показателей, в которой все показатели сопоставимы.



Рис. 2. Иерархическая система интегральных показателей

После построения аналитической системы показателей можно приступать к вычислению интегральных показателей состояния заповедника первого и второго уровня. Интегральный показатель первого уровня есть оценка состояния ООПТ, в нашем случае  $x^{\wedge}=Gx^{*}(y)$ ,  $x \in R1$ , где  $Gx^{*}$  – псевдообратный оператор для  $y=G(x)$  (см. Рис. 1). Интегральные показатели второго уровня есть представления интегрального показателя первого уровня в векторном виде. Такое представление более информативно, особенно, если оно отображает отдельные виды деятельности ООПТ. Например, на Рис. 2. Первый ИП – природоохранная ценность заповедника, второй ИП – оценка работы службы охраны заповедника, третий ИП – оценка научной работы заповедника, и четвертый ИП – оценка просветительской работы заповедника. Вектор оценки состояния ООПТ  $x^{\wedge}$  вычисляется подобным образом:  $x^{\wedge}=Gx^{*}(y)$ ,  $x \in R4$ , где  $Gx^{*}$  – псевдообратный оператор для  $y=G(x)$ . Для принятия управленческого решения, экспертам могут быть предложены показатели как первого, так и второго уровня. Аналогично вычисляется интегральный показатель оценки воздействий на ООПТ  $z^{\wedge}$ .

Для удовлетворения условия сопоставимости интегральных показателей различных заповедников, при нормировании базовых показателей устанавливают максимально возможное и минимально возможное значение каждого показателя для всей системы заповедников, и назначают оптимальное значение данного показателя. Таким образом, появляется возможность объявить идеальным тот заповедник, у которого все показатели имеют оптимальное значение, и худшим тот заповедник, у которого все показатели имеют наихудшие значения. После нормирования, показатели всех остальных заповедников будут располагаться между наилучшими и наихудшими значениями соответствующих показателей идеального и наихудшего заповедников. Соответственно, интегральные показатели всех заповедников будут располагаться на шкале между интегральными показателями идеального и наихудшего заповедников, что даст возможность нормировать интегральные показатели и сравнить заповедники друг с другом.

### Информационная поддержка модели

В каждом заповеднике в течение года собираются данные о состоянии заповедника и о воздействиях на него. Эти данные отражены в ежегодном отчете о работе заповедника, летописи природы, научных статьях и отчетах. Оценка состояния заповедников заключается в следующем: на основании данных о заповедниках, для каждого заповедника строятся интегральные показатели – наиболее информативные, обобщенные оценки состояния заповедника. Эти показатели характеризуют состояние данного заповедника относительно всех остальных заповедников. Далее, по результатам построения интегральных показателей каждый заповедник классифицируется, – относится к какой-либо одной группе заповедников для более подробного сравнения. Результаты оценивания и классификации заповедников анализируются экспертами. Экспертам предлагается сделать выводы о состоянии каждого заповедника и всей системы заповедников РФ в целом.

Список интегральных показателей, по которым оценивается состояние заповедника:

- Природоохранная ценность заповедника
- Отчет о работе службы охраны заповедника
- Отчет о научной деятельности заповедника, научные публикации

## – Отчет по образовательной деятельности заповедника

Для построения интегральных индикаторов необходимы как экспертные оценки состояния дел в заповеднике, так и объективные, или измеряемые показатели работы заповедников. Роль экспертов в данной методике очень велика. Эксперты выставляют оценки каждому заповеднику, оценивают всю систему заповедников в целом, и определяют саму методику оценивания заповедников. В связи с тем, что результаты сильно зависят от мнений экспертов, желательно, чтобы в работе приняло участие достаточное число квалифицированных экспертов – специалистов по заповедному делу.

Измеряемые частные показатели в большинстве случаев берутся из ежегодных отчетов заповедников. Показатели делятся на следующие категории:

- Общие сведения о заповедниках
- Показатели природоохранной ценности заповедников
- Показатели финансирования заповедников
- Кадровый состав заповедников
- Показатели работы службы охраны заповедников
- Сведения о пожарах в заповедниках
- Эколого-просветительская деятельность заповедников
- Научная работа государственных природных заповедников
- Хозяйственная деятельность заповедников

Предполагается, что эксперты имеют собственное мнение, не навязанное общественным мнением, и не зависящее от данных, публикуемых в отчетах. Это мнение базируется на личном опыте и на знаниях, приобретенных в процессе работы, связанной с заповедниками и с заповедным делом. Свое мнение эксперты отражают в специально подготовленных анкетах, и комментариях к этим анкетам. Все анкеты составляются таким образом, чтобы, во-первых, дать эксперту наибольшую свободу в высказываниях, во-вторых, учесть мнение каждого эксперта при подготовке общего результата.

Оценка состояния заповедников производится в следующем порядке: Экспертам предлагается набор анкет; по экспертным оценкам и объективным параметрам вычисляются интегральные показатели, заповедники классифицируются и внутри групп ранжируются; данные и результаты публикуются. После публикации результаты обсуждаются, и эксперты делают соответствующие выводы.

## **Заключение**

В данной статье описана модель управления заповедниками с обратной связью. По данным отчетов, с помощью экспертно-статистического метода [5], оценивается состояние заповедника. На основании этих оценок выбирается оптимальное, в некотором смысле, управляющее воздействие, которое изменяет состояние заповедника. Данная модель протестирована на данных – результатах мониторинга заповедников России за 1996-2001 годы, и апробирована на совещании директоров заповедников Кавказского региона в Сочи в мае 2001 года.

## **Литература**

- [1] Материалы конференции «Методика WWF для быстрой оценки эффективности управления и определения приоритетности охраняемых природных территорий», март 2001 г.
- [2] Стрижов В. В., Шакин В. В., Благовидов В. В. Согласование экспертных оценок // Тезисы докладов "Применение многомерного статистического анализа в экономике и оценке качества". Москва, 2001. (предст. к публикации).
- [3] Стратегия экологического образования и воспитания в XXI веке: Тезисы докладов VI международной конференции по экологическому образованию/Под общей ред. акад. Н. Н. Моисеева. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – С. 246.
- [4] Айвазян С. А., Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях – М.: ЦЭМИ РАН, 2000.
- [5] Айвазян С. А., Мхитарян В. С., Прикладная статистика и основы эконометрики. Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998. – С. 111.

Приложение. Модель обнаружения воздействий

Фактор	Модель обнаружения	Категории воздействия и их признаки (для косвенных данных) <sup>1</sup>
Фоновое загрязнение (из списка доступных источников данных о загрязнении территории России)	А. Прямые данные <sup>2</sup> : сведения о степени загрязнения в районе ООПТ, результаты наблюдений на ООПТ Б. Косвенные данные: территория ООПТ находится в непосредственной близости от районов, где выявлено фоновое загрязнение, и (или) модели распространения загрязнения предсказывают такое, или есть данные о воздействии загрязнения на население (но источник не выявлен). Возможно использование данных из Госдоклада о СОС ГКЭ, данных Минздрава, интернет	<b>Явное:</b> факты воздействия загрязнения научно подтверждены; источник достоверно не известен, степень воздействия определена или может быть определена <b>Вероятное:</b> научно подтвержденных фактов воздействия нет (в т.ч. исследования не проводились), но есть косвенные и прямые данные о загрязнении прилегающих районов; территория ООПТ окружена районами с выявленным фоновым загрязнением <b>Возможное:</b> есть косвенные данные и (или) прецеденты в других местах территория ООПТ примыкает к району с выявленным фоновым загрязнением
Импактное загрязнение	А. Прямые данные: сведения о степени загрязнения в районе ООПТ, результаты наблюдений на ООПТ Б. Косвенные данные: есть ли вблизи ООПТ источники возможного загрязнения и существуют ли модели распространения выбросов, предсказывающие попадание ООПТ в зону воздействия	<b>Явное:</b> факты воздействия загрязнения научно подтверждены; источник достоверно известен, степень воздействия определена или может быть определена <b>Вероятное:</b> научно подтвержденных фактов воздействия нет (в т.ч. исследования не проводились), но есть прямые данные о загрязнении прилегающих районов <b>Возможное:</b> есть косвенные данные и (или) прецеденты в других местах
Последствия интродукции и заноса видов	А. Прямые данные: публикации, научные отчеты ООПТ Б. Косвенные данные: сведения о заносах и интродукции не из ООПТ	<b>Явное:</b> виды зафиксированы на территории ООПТ <b>Вероятное:</b> виды зафиксированы в похожих биотопах на примыкающей к ООПТ территории <b>Возможное:</b> достоверных находок вида на ООПТ и прилегающих территориях нет, но есть мнения экспертов о его вероятном присутствии
Браконьерство	А. Прямые данные: отчеты заповедника Косвенные данные. Учитывается: 1. доступна ли ООПТ для наземного транспорта и пешего посещения ***, 2. является ли охота и рыболовство распространенным промыслом местного населения, 3. есть ли продуктивные угодья помимо заповедника.	<b>Явное:</b> есть факты задержания браконьеров <b>Вероятное:</b> фактов нет, но территория доступна для промысла без применения вертолета <b>Возможное:</b> все остальные случаи
Прочие индивидуальные нарушения ЗР	А. Прямые данные: отчеты заповедника Косвенные данные. Учитывается: 1. доступна ли ООПТ для наземного транспорта и пешего посещения <sup>3</sup> , 2. есть ли угодья помимо ООПТ, не менее притягательные, чем она и сравнимые с ней по площади 3. есть ли постоянные поселения в непосредственной близости от ООПТ, 4. есть ли дачные участки в непосредственной близости от ООПТ.	<b>Явное:</b> есть факты задержания нарушителей заповедного режима <b>Вероятное:</b> фактов нет, но периодически обнаруживаются следы пребывания посторонних лиц <b>Возможное:</b> все остальные случаи
Технологические нарушения ЗР <sup>4</sup>	А. Прямые данные: отчеты заповедника Косвенные данные. Учитывается: 1. ведутся ли в непосредственной близости от ООПТ работы, которые могут быть перенесены на ее территорию. 2. доступна и привлекательна ли ООПТ для технологических нарушений	<b>Явное:</b> есть факты нарушения заповедного режима <b>Вероятное:</b> фактов нет, но в непосредственной близости от ООПТ работы, которые могут быть перенесены на ее территорию <b>Возможное:</b> все остальные случаи

<sup>1</sup> При оценке по прямым данным степени воздействия определяются методикой их получения.

<sup>2</sup> Прямыми данными названы те, которые получены в результате специальных исследований воздействия данного фактора в данном месте.

<sup>3</sup> Территория считается доступной, если места, куда можно добраться транспортом, отстоят друг от друга и от внутренних границ заповедника не более, чем на дневной пеший переход, и составляют в сумме две трети и более от территории ООПТ.

<sup>4</sup> Под технологическими нарушениями в данном случае подразумевается распространение любого несанкционированного вида природопользования с окружающей территории на природный комплекс ООПТ: выпас скота, отвод делянок, сенокос, рубка и расчистка трасс коммуникаций и т.п. Иными словами, это любое нарушение заповедного режима, которое мотивируется производственной необходимостью или ошибкой.

