

УДК 631.47

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.6.76

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СТЕПЕНЕЙ РАЗНООБРАЗИЯ  
ЗЕМЛЯНОГО ПОКРОВА И ЛИТОЛОГИИ  
И ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА  
НА ЛЕСНОЙ ПОКРОВ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ**

**Ф.Э. Гулиева, асп.**

Азербайджанское Национальное аэрокосмическое агентство, ул. С.С. Ахундова, д. 1,  
г. Баку, Азербайджан, AZ1115; e-mail: Fidash11@hotmail.com

Пространственный образец ландшафта зависит как от факторов окружающей среды, так и от антропогенной деятельности. Человеческая деятельность широко модифицировала исходный вид земляного покрова и значительно изменила степень воздействия внешних факторов на ландшафт. Представляет определенный интерес выяснение степени и результата вторжения антропогенного фактора во взаимосвязь ландшафта и окружающей среды. Факторы, отображающие влияние окружающей среды, вызывают бóльшую степень изменчивости основных видов земельного покрытия, чем географические факторы. Причем такой фактор, как литологический коэффициент, может характеризовать распределение лесного и урожайного типов земельного покрытия. В статье рассмотрен вопрос разработки практических рекомендаций по оптимальному проведению экспериментальных исследований для выяснения зависимости Шенноновского коэффициента разнообразия земляного покрова от Шенноновского коэффициента разнообразия литологического фактора. Анализ зависимости показывает, что на поставленный вопрос может быть получен ответ путем формирования задачи минимизации остаточной информации, содержащейся в зоне, образованной кривой однофакторного анализа зависимости коэффициентов разнообразия земляного покрова и разнообразия литологии. При рассмотрении существующих материалов установлено отсутствие моделей, учитывающих как прямое, так и косвенное воздействие антропогенного фактора на состояние лесов. Предложена модель, учитывающая не только прямое, но и косвенное воздействие антропогенного фактора на леса, реализуемое через оползневый фактор, который является кумулятивным индикатором разных видов антропогенных факторов. Сформулирована и решена задача синтеза экстремального режима рубки леса за счет оптимизации созданной модели.

*Ключевые слова:* литология, ландшафт, оптимизация, разнообразие, антропогенная деятельность, измерения.

Пространственный образец ландшафта зависит как от факторов окружающей среды, так и от антропогенной деятельности. Общепринято, что основные

---

*Для цитирования:* Гулиева Ф.Э. Исследование взаимосвязи степеней разнообразия земляного покрова и литологии и влияния антропогенного фактора на лесной покров в горной местности // Лесн. журн. 2016. № 6. С. 76–88. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.6.76

факторы окружающей среды (температура воздуха, влажность, тип почвы) влияют на процесс формирования растительного покрова. При этом человеческая деятельность широко модифицировала исходный вид земляного покрова и значительно изменила степень воздействия внешних факторов на ландшафт. По этой причине представляет определенный интерес выяснение степени и результатов вторжения антропогенного фактора во взаимосвязь ландшафта и окружающей среды: разрушена ли эта взаимосвязь или она существует?

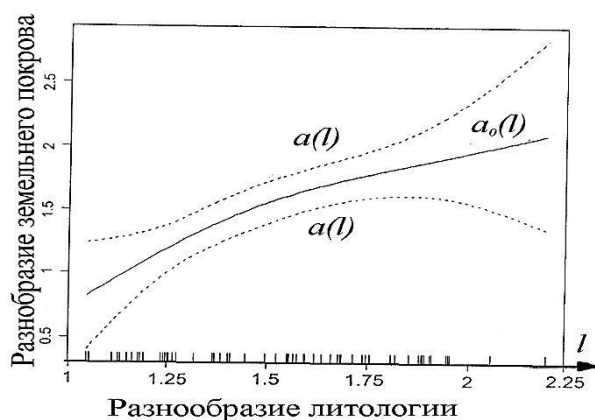
Как указано в работе М. Ortega и др. [13], пространственный ландшафт состоит из мозаики земляных покрытий, включающих различные виды землепользования и типы растительности, а также порядок их пространственного расположения. Композиция ландшафта характеризуется разнообразием и количеством участков различных типов, его конфигурация определяется формой и относительным пространственным размещением этих участков. При изучении ландшафта обычно исследуют принятый образец территории, имеющий определенные размеры (например,  $10 \times 10$  км).

В качестве типов земельного покрытия могут быть рассмотрены леса, лесные плантации, пастбища, урожайные поля, каменные участки, водные бассейны, городские постройки и др. При этом используются различные типы индексов разнообразия земляного покрова: индекс разнообразия ландшафта (SDI); индекс фрагментации ландшафта (PD); индекс наибольшего участка (LPI) и др.

Как отмечено в работе D. Nogues-Bravo [11], переменные, отображающие влияние окружающей среды, вызывают большую степень изменчивости основных видов земельного покрытия, чем географические факторы. Например, литологический коэффициент может характеризовать распределение лесного и урожайного типов земельного покрытия.

Следует отметить, что взаимосвязь разнообразия литологического фактора и разнообразия земляного покрова исследована в работе D. Nogues-Bravo [11], где приведены результаты построения однофакторной модели зависимости Шенноновского коэффициента разнообразия земляного покрова от Шенноновского коэффициента разнообразия литологического фактора (рис. 1).

Рис. 1. Зависимость Шенноновского коэффициента разнообразия земляного покрова ( $a$ ) и Шенноновского коэффициента разнообразия литологии ( $l$ ), полученная в результате однофакторного анализа ( $a_0(l)$  – непрерывная кривая; пунктиром показаны кривые  $a(l)$ , соответствующие 95 %-му Байесовскому интервалу; на оси абсцисс указаны точки, соответствующие координатам экспериментальных исследований D. Nogues-Bravo [11])



На рис. 1 показано, что проведенные экспериментальные исследования практически не были хорошо спланированы и оптимизированы. Так, в интервалах (1,25...1,50) и (1,50...1,75) Шенноновского коэффициента разнообразия литологического фактора существует некоторая линейность, хотя нелинейность исследуемой взаимосвязи двух Шенноновских коэффициентов разнообразия ясна как эвристически, так и на основе результатов работы D. Nogues-Bravo [11].

Целью наших исследований является разработка практических рекомендаций по проведению экспериментальных исследований Шенноновской зависимости и анализа влияния антропогенного фактора на состояние лесного покрова в гористой местности.

В ходе экспериментальных исследований оптимальным следует считать такой порядок измерений, при котором остаточная информация, содержащаяся в зоне  $|a(l) - a_0(l)|$ , достигала бы минимума. При этом считаем, что число измерений, проводимых в зонах с литологическим разнообразием  $l$  пропорционально самой  $l$ .

Введем следующее ограничение:

$$\int_0^{l_{\max}} [a(l) - a_0(l)]^2 dt = c_1; \quad c_1 = \text{const}, \quad (1)$$

где  $l_{\max}$  – максимальное значение  $l$ .

Отметим, что условие (1) формулируется на основе эвристических представлений с учетом взаимного расположения кривых  $a(l)$  и  $a_0(l)$ .

Информационный функционал, характеризующий количество вырабатываемой при измерениях информации, определим как

$$F_1 = \int_0^{l_{\max}} l \log_2 \left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right]^2 dl, \quad (2)$$

где  $\Delta a$  – дискрета  $a$ .

С учетом (1) и (2) можно сформировать функционал безусловной вариационной оптимизации:

$$F_{01} = \int_0^{l_{\max}} l \log_2 \left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right]^2 dl + \lambda \int_0^{l_{\max}} \left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right]^2 dl. \quad (3)$$

Здесь  $\lambda$  – множитель Лагранжа.

Согласно правилу Эйлера, функционал (3) достигнет экстремума по  $[a(l) - a_0(l)]$  при выполнении следующего условия [1]:

$$\frac{d \left\{ l \log_2 \left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right]^2 + \lambda [a(l) - a_0(l)]^2 \right\}}{d \left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right]} = 0. \quad (4)$$

С учетом выражений (3) и (4) получим

$$\frac{l}{\ln 2 \left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right]} + \lambda \left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right] = 0. \quad (5)$$

Из выражения (5) имеем

$$\left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right]^2 = -\frac{l}{\lambda \ln 2}. \quad (6)$$

С учетом выражений (1) и (6) получим

$$\lambda = -\frac{l_{\max}^2}{2c \ln 2}. \quad (7)$$

Из выражения (5) и (7) находим

$$\left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right]^2 = \frac{2cl}{l_{\max}}. \quad (8)$$

Для проверки типа экстремума достаточно взять вторую производную подинтегрального выражения в (3) по  $\left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right]^2$  и определить ее знак. Так как этот знак оптимальный, то можно заключить, что при (8) функционал (2) достигает максимальной величины.

Таким образом, следуя поставленной цели достичь минимальной информативности зоны  $|a(l) - a_0(l)|$ , логически можно заключить, что следует применить обратную зависимость между  $l$  и  $\left[ \frac{a(l) - a_0(l)}{\Delta a} \right]^2$ , т. е. количество из-

мерений должно уменьшаться в крайних точках оси  $l$  (рис. 1). Такой порядок проведения ландшафтных и литологических измерений позволяет повысить достоверность результатов исследований взаимосвязи разнообразий литологии и земельного покрытия и тем самым повысить эффективность методов прогноза биоразнообразия в природе.

Перейдем к рассмотрению задач исследования оценки воздействия антропогенного фактора на состояние лесного покрытия в горной местности. Как отмечено в работе К. Pahari, Sh. Murai [14], рост населения в последние десятилетия приводит к увеличению скорости уничтожения лесов. Леса являются важнейшим условием поддержания всей экосистемы планеты Земля, что диктует необходимость выработки прогнозных оценок состояния лесов в будущем. По оценке, данной Организацией Объединенных Наций в 1994 г. [17], уже к 1990 г. 14,8 % всей площади лесов на планете было уничтожено населением.

Для оценки суммарных потерь лесных территорий в работе [17] была использована следующая методика: сначала по карте вычисляли потенциальное земельное растительное покрытие, далее вычитали из этих значений соответствующие текущие лесные покрытия, приведенные в статистическом отчете ФАО. Результаты регрессионного анализа для разных регионов приведены

в таблице [14], где независимой переменной  $x$  является логарифм плотности населения, зависимой  $y$  – суммарные лесные потери.

#### Результаты регрессионного анализа по разным регионам

Регион	Уравнение регрессии	R <sup>2</sup>
Тропическая Азия	$y = 16,042 \ln x - 19,5600$	0,638
Тропическая Африка	$y = 15,206 \ln x + 7,8446$	0,717
Тропическая Латинская Америка	$y = 16,896 \ln x - 7,0200$	0,672
Центральная Америка и Мексика	$y = 21,637 \ln x - 29,6430$	0,824
Европа	$y = 14,719 \ln x + 0,7280$	0,523

На основе изложенного выше подхода к изучению вопроса зависимости суммарных лесных потерь от плотности населения К. Rahagi и др. [14] дали некоторые прогнозные оценки для разных стран.

Однако, как нам представляется, подобный модельный подход к решению задачи формирования объективных прогнозных оценок не может быть признан достоверным. Во-первых, не рассмотрены отдельно составляющие потери лесов, т. е. механизмы возникновения лесных потерь, во-вторых, не учтено прямое и косвенное влияние населения (как антропогенного фактора) на лесные потери через различные механизмы.

Ниже приведен анализ некоторых основных моделей уничтожения лесов с учетом конкретных механизмов лесных потерь.

В работе J.F. Mas и др. [8] сообщается о разработке четырех различных моделей для оценки изменения площадей лесного покрова Земли. При этом, как утверждают авторы, основными факторами уничтожения лесов являются развитие сельского хозяйства и выделение лесных участков под пастбище для скота.

Согласно J.F. Mas [9], для моделирования процесса уничтожения лесов могут быть использованы искусственные нейронные сети. Оценка корреляционных связей между всеми факторами, влияющими на процесс уничтожения лесов, показала, что наиболее информативными для применения в нейронной сети являются индекс лесного покрова, уровень возвышенности и расстояние до населенных пунктов.

S. Arekhi [2] рассмотрел возможность применения пространственного моделирования уничтожения лесов с использованием географических информационных систем (ГИС) и уравнений регрессии. Им было исследовано влияние следующих факторов на темпы уничтожения лесов: расстояние от дорог и поселений; индекс фрагментации лесов; географическая высота; наличие склонов; расстояние до края леса. Проведенные исследования показали, что такие факторы, как наличие склонов, расстояние от дорог и поселений, находятся в отрицательной корреляции с темпами уничтожения лесов. При этом скорость уничтожения лесов уменьшается с увеличением географической высоты.

Как указывает L.Sch. Olabisi [12], динамика развития процесса уничтожения лесов может быть отображена с помощью причинно-контурных диаграмм,

указывающих причинно-следственные связи появления факторов, приводящих к уничтожению лесов. Такие диаграммы удобны для отслеживания временных измерений лесного покрова под воздействием различных факторов.

К. Весек и др. [3] утверждают, что, кроме антропогенного фактора, связанного с деятельностью человека, существуют и другие факторы: ураганные ветра, нашествие диких животных, засуха. Однако первенство антропогенного фактора в уничтожении лесов неоспоримо [3]. В качестве глобального антропогенного фактора рассматривается повышение средней температуры во всей планете. Этот факт они объясняют тем, что эффективность фотосинтеза зависит от средней температуры на планете и имеет экстремальный характер. Несмотря на несколько абстрактный характер данного фактора существенное повышение средней температуры на планете, в принципе, может привести к исчезновению определенных видов растений и сокращению площадей, занятых лесом.

Авторы работы [16] основными причинами уничтожения лесов считают развитие сельского хозяйства, расширение культивационных работ на горных склонах, культивационную деятельность путем смены плодородных земель, развитие скотоводства, сбор древесного топлива, производство деревянных строительных материалов.

Обобщая изложенное выше, можно сделать заключение, что к настоящему времени существуют следующие методы исследования процесса уничтожения лесов из-за антропогенного фактора:

- метод логистических регрессионных уравнений;
- метод сопоставления с приростом населения (или с приростом плотности населения);
- метод причинно-следственных диаграмм;
- метод моделирования процессов уничтожения лесов с применением различных программных средств и ГИС;
- использование других интеллектуальных методов (нейронные сети, нечеткие множества и др.).

Таким образом, все рассмотренные методы исследования влияния антропогенного фактора основываются на модели прямого его воздействия на состояние лесов. Структурная схема такой модели приведена на рис. 2.

Отметим, что основным методом проверки достоверности модели прямого воздействия является исследование корреляционных связей между параметрами блоков 2<sub>*i*</sub> и 3 или межкорреляционных связей между 2<sub>*i*</sub> и 2<sub>*j*</sub> ( $i, j = \overline{1, n}, i \neq j$ ).

В настоящей статье приведен новый метод исследования процесса уничтожения лесов, названный нами «Метод кумулятивного показателя антропогенных факторов, воздействующих прямым и косвенным образом на состояние лесов через кумулятивный показатель» (или с его помощью). Под кумулятивным показателем предложено использовать некоторые количественные показатели оползней.

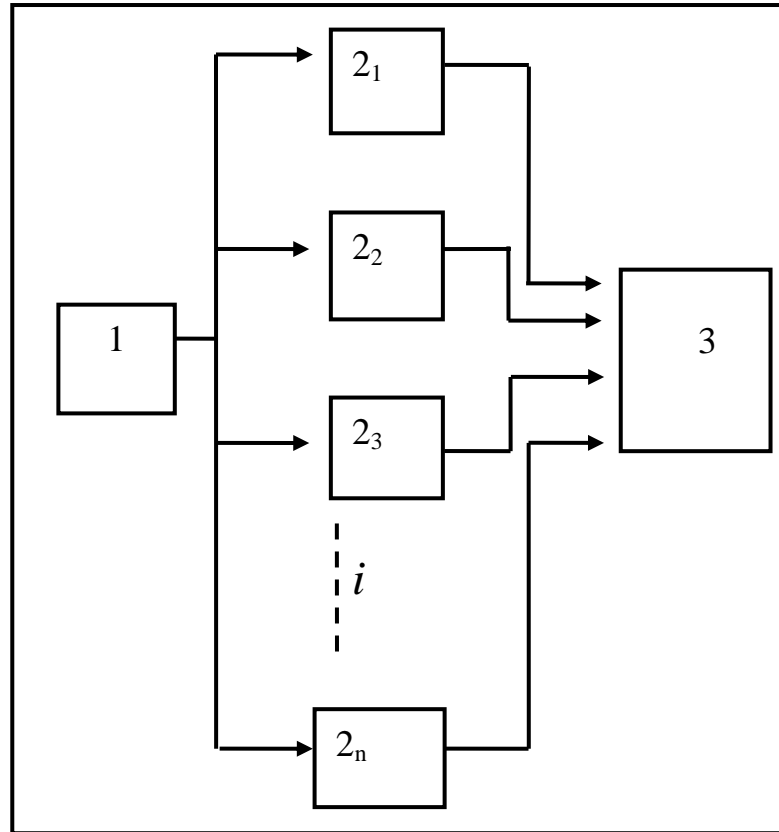


Рис. 2. Модель прямого воздействия антропогенного фактора на леса: 1 – базовый антропогенный фактор; 2 – разновидности антропогенного фактора ( $2_1$  – увеличение населения (рост плотности населения;  $2_2$  – развитие скотоводства;  $2_3$  – развитие дорожно-транспортной сети;  $2_n$  – увеличение средней температуры на планете); 3 – состояние лесов

Приведем некоторые сведения о воздействии антропогенных факторов на оползни. Исследованиями Р. V. Gorsevski и др. [5] установлено, что устойчивость склонов и вероятность возникновения оползней в зоне склонов в значительной степени зависят как от антропогенного фактора, так и от природных условий.

Согласно D. Ren и др. [15] оползни могут вызывать нарушение режима функционирования растительной экосистемы и приводить к уничтожению лесов.

Как указывает M. D. Dixon [4], идентификация участков, подверженных оползням, является одним из основных требований в деятельности по менеджменту земель многих западных национальных лесных территорий. В работе [7]

получено хорошее совпадение между увеличением количества оползней и площадью земель, эродированных в результате антропогенной деятельности (рис. 3).

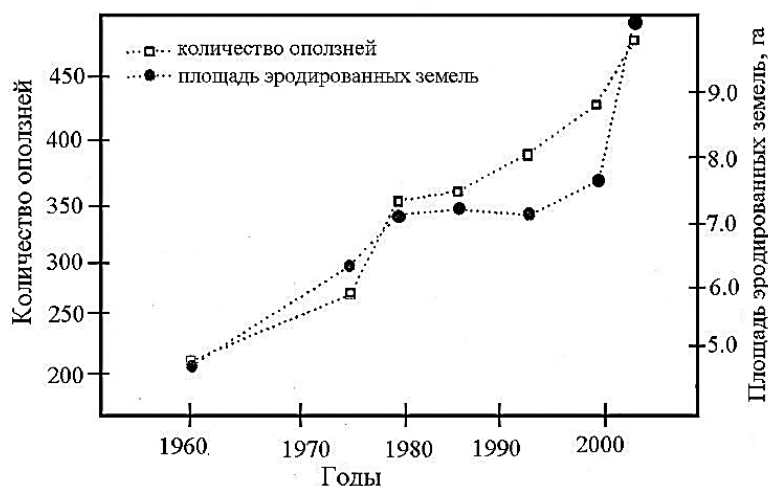


Рис. 3. Динамика увеличения количества оползней и площади эродированных земель в горной местности в 1959–2000 гг. [7]

Согласно работе D. Nikolaishvili и др. [10], высокогорные субальпийские ландшафты с относительно малыми лесными зонами встречаются во всем Кавказском экорегионе. Антропогенная деятельность в области скотоводства и лесозаготовки привела к значительным изменениям ландшафта. Состояние ландшафта в субальпийской зоне в основном определяется социально-экономическими процессами.

В работе А. Najiyeva [6] проанализировано влияние антропогенных трансформаций на состояние земель юга-восточного склона Большого Кавказа в пределах территорий Азербайджана. Указывается, что на возникновение оползней воздействуют такие факторы, как тектонические движения, атмосферные осадки, растительный покров, различные виды сельскохозяйственной деятельности. Автор разработал карту юга-восточного склона Большого Кавказа на территории Азербайджана, в которой отмечено пять характерных зон, выделенных согласно уровню подверженности риску возникновения оползней в результате чрезмерной антропогенной деятельности:

- с очень высокой степенью опасности;
- с высокой степенью опасности;
- со средней степенью опасности;
- с малой степенью опасности;
- с отсутствием опасности.

Автор [6] отмечает, что несмотря на то, что оползни являются природными процессами, антропогенная деятельность может их значительно ускорить.



С учетом изложенного выше нами предложена комплексная модель прямого и косвенного воздействия антропогенного фактора на состояние лесов, блок-схема которой приведена на рис. 4.

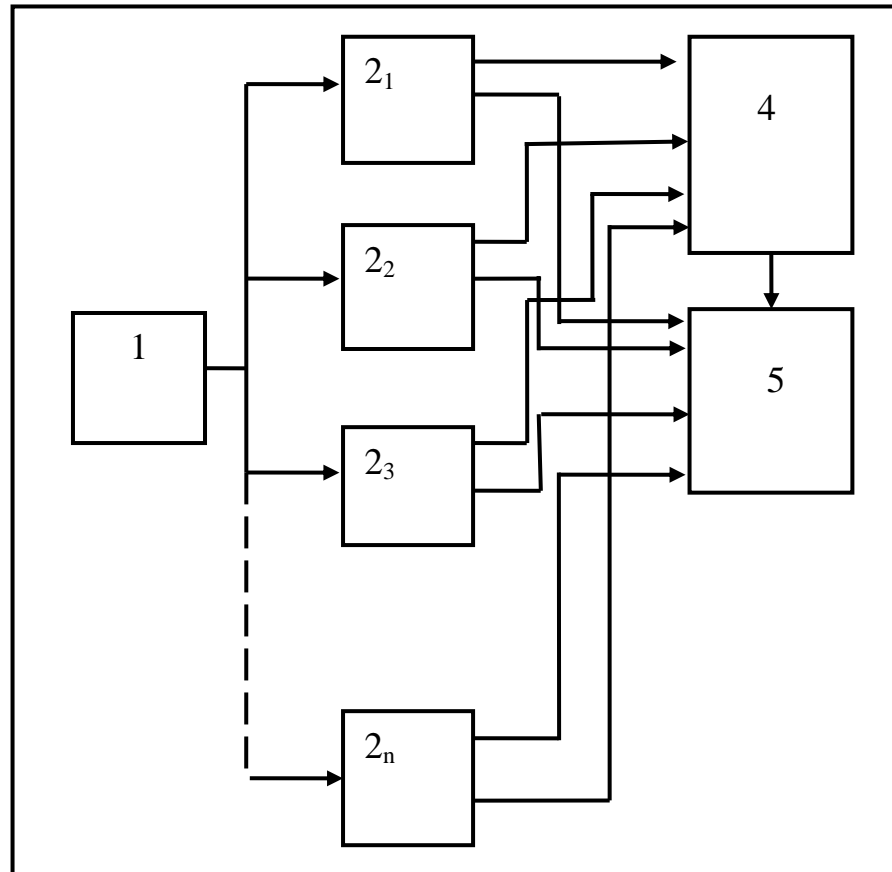


Рис. 4. Блок-схема модели прямого и косвенного воздействия антропогенного фактора на состояние лесов: 1, 2<sub>1</sub>...<sub>n</sub> – повторяют обозначения, указанные на рис. 2; 4 – процессы образования оползней; 5 – леса

Научная значимость комплексной модели прямого и косвенного воздействия антропогенного фактора на лес в отличие от модели прямого воздействия заключается в том, что для зон с высокой степенью риска возникновения оползней информационный показатель на выходе блока 4 может быть рассмотрен в качестве единого кумулятивного параметра, отображающего тяжесть всей антропогенной нагрузки, воздействующей двояко: прямым и косвенным образом через процессы образования оползней. Следовательно, в данном случае изучение процессов влияния различных составляющих суммарной антропогенной нагрузки

на состояние лесов может быть заменено на изучение корреляционных связей между суммарным кумулятивным показателем антропогенной нагрузки и состоянием лесов.

Другое преимущество предлагаемой модели заключается в возможности формирования некоторых оптимизационных соотношений, касающихся отдельных показателей антропогенной нагрузки на лесные зоны. Так, в первом приближении лесные потери, возникающие из-за рубки лесов ( $\Delta_p$ ), определим как

$$\Delta_p = k_p(H)D_{\text{ост}} \quad (9)$$

где  $k_p$  – коэффициент рубки;

$H$  – численность населения участка;

$D_{\text{ост}}$  – остаточная площадь лесов,

$$D_{\text{ост}} = D_0 - \left( a_0 \ln \frac{H}{S} \pm b_0 \right). \quad (10)$$

Здесь  $a_0$  и  $b_0$  – постоянные коэффициенты, подобные указанным в табл. 1, но отличающиеся тем, что определены применительно к комплексной модели, показанной на рис. 4.

С учетом выражений (9) и (10) получим

$$\Delta_p = k_p(H) \left[ D_0 \left( a_0 \ln \frac{H}{S} \pm b_0 \right) \right]. \quad (11)$$

Если в первом приближении принять функцию  $k_p$  линейной, т. е.  $k_p(H) = k_{p_0} H$  (где  $k_{p_0} = \text{const}$ ), то

$$\Delta = k_{p_0} H \left[ D_0 - \left( a_0 \ln \frac{H}{S} \pm b_0 \right) \right]. \quad (12)$$

Исследуя выражение (12) на максимум от  $H$ , получим, что показатель  $\Delta_p$  достигает максимума при выполнении следующего условия:

$$H_{\text{extr}} = S \exp \left( \frac{D_0 - b}{a} - 1 \right). \quad (13)$$

Очевидно, что при  $H > H_{\text{extr}}$  масштабы рубки будут снижены из-за повышенной степени уничтожения лесов возникающими оползнями, т. е. за счет уменьшения  $D_{\text{ост}}$ , а при  $H < H_{\text{extr}}$  еще существует определенный потенциал для увеличения  $\Delta_p$ , если это допустимо с экологической точки зрения.

#### Выводы

1. Предложен порядок проведения ландшафтных и литологических измерений, позволяющий повысить достоверность результатов при исследовании взаимосвязи разнообразия литологии и земляного покрова, а также повысить эффективность методов прогнозирования биоразнообразия в природе.

2. В связи с тем, что анализ существующих данных показал отсутствие моделей, учитывающих как прямое, так и косвенное воздействие антропогенного фактора на состояние лесов, предложена модель, учитывающая как прямое, так и косвенное воздействие антропогенного фактора на состояние лесов

и реализуемая через оползневый фактор, который является кумулятивным индикатором разных видов антропогенных факторов.

3. Сформулирована и решена задача синтеза экстремального режима рубки леса путем оптимизации созданной модели.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Элсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Наука, 1969. 430 с.
2. Arekhi S. Modeling Spatial Pattern of Deforestation Using GIS and Logistic Regression: A Case Study of Northern Ilam Forests, Ilam Province, Iran. *African J. of Biotechnology*, 2011, vol. 10(72), pp. 16236–16249.
3. Becek K., Odihi J.O. Identification and Assessment of Factors Affecting Forest Depletion in Brunei Darussalam. *The international Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Beijing, 2008, vol. XXXVII, part B2.
4. Dixon M.D. *Landslide Computer Modeling Potential*. Available at: <http://www.fs.fed.us/t-d/pubs/pdfpubs/pdf03713804/pdf03713804dpi72.pdf> (accessed 10.10.2015).
5. Gorsevski P.V., Gessler P.E., Boll J., Paul E., Elliot W.J., Foltz R.B. Spatially and Temporally Distributed Modeling of Landslide Susceptibility. *Geomorphology*, 2006, vol. 80, pp. 178–198.
6. Hajiyeva A. Risks and Threats Emerging Due to Anthropogenic Transformations on the South-Eastern Slope of the Greater Caucasus. *J. of Agriculture and Life Sciences*, 2015, vol. 2, no. 1 pp. 173–180.
7. Impacts of Anthropogenic and Environmental Factors on the Occurrence of Shallow Landslides in an Alpine Catchment. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2008, vol. 8, pp. 509–520. Available at: <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/8/509/2008/nhess-8-509-2008.pdf> (accessed 10.10.2015).
8. Mas J.-F., Paegelow M., De Jong B., Masera O., Guerrero G., Follador M., Olguin M., Diaz J.R., Castillo M.A., Garcia T. Modeling Tropical Deforestation: A Comparison of Approaches. *32<sup>nd</sup> Symposium on Remote Sensing of Environment. San Jose, Costa Rica, June 2007*. Available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal.shs-01063568/document> (accessed 10.10.2015).
9. Mas J.F., Puig H., Palacio J.L., Sosa-Lopez A. Modeling Deforestation Using GIS and Artificial Neural Networks. *Environmental Modeling & Software*, 2004, vol. 19, pp. 461–471.
10. Nikolaishvili D., Dvalashvili G. Anthropogenic Changes of Caucasus Forest Landscapes. *Earth Sciences*, 2015, vol. 4, iss. 5-1, pp. 54–59.
11. Nogues-Bravo D. Assessing the Effect of Environmental and Anthropogenic Factors on Land-Cover Diversity in a Mediterranean Mountain Environment. *Area*, 2006, no. 38(4), pp. 432–444.
12. Olabisi L. Sch. The System Dynamics of Forest Cover in the Developing World: Researcher Versus Community Perspectives. *Sustainability*, 2010, no. 2, pp. 1523–1535.
13. Ortega M., Bunce R.G.H., Garcia del Barrio J.M., Rossello E.R. The Relative Dependence of Spanish Landscape Pattern on Environmental and Geographical Variables Over Time. *Investigacion Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 2008, vol. 17(2), pp. 114–129.
14. Pahari K., Murai Sh. Modeling for Prediction of Global Deforestation Based on the Growth of Human Population. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 1999, vol. 54, pp. 317–324.
15. Ren D., Leslie L.M. Landslides Caused Deforestation. *Deforestation*. Ed. by A. Lazinic. Croatia, Rijeka, 2012. Available at: <http://www.intechopen.com> (accessed 10.10.2015).

16. *What are the Major Causes of Deforestation?* Available at: <http://www.preservearticles.com/20122021623379/what-are-the-major-causes> (accessed 11.10.2015).

17. World Population From Year 0 to Stabilization. *Population Division, Department of Economic and Social Information and Policy Analysis, United Nations, 1994.*

Поступила 26.02.16

UDC 631.47

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.6.76

### **Interrelation of Diversity Levels of Land Cover and Lithology and the Anthropogenic Impact on Canopy Cover in the Mountainous Area**

*F.E. Gulieva, Postgraduate Student*

National Aerospace Agency, S.S. Akhundova ul., 1, Baku, AZ1115, Azerbaijan;

e-mail: Fidash11@hotmail.com

The spatial pattern of the landscape depends on the environment factors and anthropogenic activity. The human activity has widely modified the original type of land cover and significantly has changed the level of the external impact on the landscape. The level and the result of anthropogenic factor intrusion into the interrelation of the landscape and the environment are of current interest. The factors, reflecting the influence of the environment, cause a greater degree of variability of the main types of land cover than the geographical factors. Moreover, such factor as a lithology coefficient can characterize the distribution of forest and productivity types of land cover. The paper considers the development question of practical recommendations on the optimal experimental studies to determine the interrelation of the Shannon diversity factor of land cover and of the lithological factor. The analysis of the interrelation indicates that the formulated question can be successfully solved by the formulation of the minimization problem of the residual information in the area, formed by the curve of the single-factor analysis of dependence of the diversity coefficients of land cover and lithology. The analysis of existing materials demonstrates the lack of the models taking into account both direct and indirect impacts of the anthropogenic factor on forests. We present such model where the indirect effect is realized using the landslide factor, which is a cumulative indicator of different anthropogenic factors. The synthesis problem of the extreme mode of felling by optimizing the developed model is formulated and solved.

*Keywords:* lithology, landscape, optimization, diversity, anthropogenic activity, measurement.

#### REFERENCES

1. Elsgol'ts L.E. *Differentsial'nye uravneniya i variatsionnoe ischislenie* [Differential Equations and Calculus of Variations]. Moscow, 1969. 430 p.

2. Arekhi S. Modeling Spatial Pattern of Deforestation Using GIS and Logistic Regression: A Case Study of Northern Ilam Forests, Ilam Province, Iran. *African J. of Biotechnology*, 2011, vol. 10(72), pp. 16236–16249.

---

*For citation:* Gulieva F.E. Interrelation of Diversity Levels of Land Cover and Lithology and the Anthropogenic Impact on Canopy Cover in the Mountainous Area. *Lesnoy zhurnal*, 2016, no. 6, pp. 76–88. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.6.76

3. Becek K., Odihi J.O. Identification and Assessment of Factors Affecting Forest Depletion in Brunei Darussalam. *The international Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Beijing, 2008, vol. XXXVII, part B2.
4. Dixon M.D. *Landslide Computer Modeling Potential*. Available at: <http://www.fs.fed.us/t-d/pubs/pdfpubs/pdf03713804/pdf03713804dpi72.pdf> (accessed 10.10.2015).
5. Gorsevski P.V., Gessler P.E., Boll J., Paul E., Elliot W.J., Foltz R.B. Spatially and Temporally Distributed Modeling of Landslide Susceptibility. *Geomorphology*, 2006, vol. 80, pp. 178–198.
6. Hajiyeva A. Risks and Threats Emerging Due to Anthropogenic Transformations on the South-Eastern Slope of the Greater Caucasus. *J. of Agriculture and Life Sciences*, 2015, vol. 2, no. 1 pp. 173–180.
7. Impacts of Anthropogenic and Environmental Factors on the Occurrence of Shallow Landslides in an Alpine Catchment. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2008, vol. 8, pp. 509–520. Available at: <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/8/509/2008/nhess-8-509-2008.pdf> (accessed 10.10.2015).
8. Mas J.-F., Paegelow M., De Jong B., Masera O., Guerrero G., Follador M., Olguin M., Diaz J.R., Castillo M.A., Garcia T. Modeling Tropical Deforestation: A Comparison of Approaches. *32<sup>nd</sup> Symposium on Remote Sensing of Environment. San Jose, Costa Rica, June 2007*. Available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal.shs-01063568/document> (accessed 10.10.2015).
9. Mas J.F., Puig H., Palacio J.L., Sosa-Lopez A. Modeling Deforestation Using GIS and Artificial Neural Networks. *Environmental Modeling & Software*, 2004, vol. 19, pp. 461–471.
10. Nikolaishvili D., Dvalashvili G. Anthropogenic Changes of Caucasus Forest Landscapes. *Earth Sciences*, 2015, vol. 4, iss. 5-1, pp. 54–59.
11. Nogues-Bravo D. Assessing the Effect of Environmental and Anthropogenic Factors on Land-Cover Diversity in a Mediterranean Mountain Environment. *Area*, 2006, no. 38(4), pp. 432–444.
12. Olabisi L. Sch. The System Dynamics of Forest Cover in the Developing World: Researcher Versus Community Perspectives. *Sustainability*, 2010, no. 2, pp. 1523–1535.
13. Ortega M., Bunce R.G.H., Garcia del Barrio J.M., Rossello E.R. The Relative Dependence of Spanish Landscape Pattern on Environmental and Geographical Variables Over Time. *Investigacion Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 2008, vol. 17(2), pp. 114–129.
14. Pahari K., Murai Sh. Modeling for Prediction of Global Deforestation Based on the Growth of Human Population. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 1999, vol. 54, pp. 317–324.
15. Ren D., Leslie L.M. Landslides Caused Deforestation. *Deforestation*. Ed. by A. Lazinic. Croatia, Rijeka, 2012. Available at: <http://www.intechopen.com> (accessed 10.10.2015).
16. *What are the Major Causes of Deforestation?* Available at: <http://www.preservearticles.com/20122021623379/what-are-the-major-causes> (accessed 11.10.2015).
17. World Population From Year 0 to Stabilization. *Population Division, Department of Economic and Social Information and Policy Analysis, United Nations, 1994*.

Received on February 26, 2016

---