

**МЕТОД ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА  
НА ЛЕСНОЙ ПОКРОВ В ГОРНЫХ ЗОНАХ****THE METHOD TO EVALUATE THE ANTHROPOGENIC FACTOR IMPACT  
ON FOREST COVER IN MOUNTAINOUS AREAS**

**Ключевые слова:** антропогенный фактор, лесной покров, горные зоны, оползень, регрессия, модель.

Рассматривается возможность разработки нового метода для оценки влияния антропогенного фактора на состояние лесного покрова в горных зонах. Указывается, что в существующих моделях не учитывается свойство антропогенных факторов оказывать как прямое, так и косвенное воздействие на состояние лесов через различные механизмы воздействия. Предложен метод полного учета антропогенных факторов, воздействующих на состояние лесов как прямым образом, так и через кумулятивный показатель. Дано математическое обоснование предложенного метода. Показан пример использования предлагаемого метода на примере результатов исследования состояния лесных зон на юго-восточных склонах Большого Кавказа.

**Keywords:** anthropogenic factor, forest cover, mountainous areas, landslide, regression, model.

The possibility to develop a new method to evaluate the impact of anthropogenic factor on the state of forest cover in mountainous areas is discussed. It is stated that the existing models do not take into account the fact that the anthropogenic factors may have both direct and indirect effects on the state of forests. The method of comprehensive consideration of the anthropogenic factors effecting on forest condition both directly and cumulatively is proposed. The mathematical substantiation of the proposed method is presented. The application of the method is shown by the results of the forest area condition study on the south-eastern slopes of the Greater Caucasus.

**Ализаде Эльбрус Керим оглы**, д.т.н., проф., Институт географии Национальной Академии наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджанская Республика. E-mail: guliyeva1985@mail.ru.

**Гулиева Фидан Эльхан гызы**, аспирант, Национальное аэрокосмическое агентство, г. Баку, Азербайджанская Республика. E-mail: guliyeva1985@mail.ru.

**Alizadeh Elbrus Kerim oglu**, Dr. Tech. Sci., Prof., Institute of Geography, Azerbaijan Natl. Acad. of Sci., Baku, Republic of Azerbaijan. E-mail: guliyeva1985@mail.ru.

**Guliyeva Fidan Elkhan gyzy**, post-graduate student, National Aerospace Agency, Baku, Republic of Azerbaijan. E-mail: guliyeva1985@mail.ru.

**Введение**

Леса являются важнейшим условием поддержания всей экосистемы на планете, что диктует необходимость выработки прогнозных оценок состояния лесов в будущем. Как отмечается в работе [1], увеличение населения в последние десятилетия приводит к увеличению масштабов уничтожения лесов.

Согласно работе [2], примерно с X в. нашей эры история формирования растительного покрова определялась не только природными трендами, но и историей социально-экономического развития народов, живущих в этом регионе.

Исследована связь между масштабами уничтожения лесов и плотностью размещения населения, а также ростом населения [1, 2].

По подсчетам Института мировых ресурсов, к настоящему времени более 80% всех природных лесов на Земле уничтожено [3].

Согласно другой оценке, [4], до того, как появились сельское хозяйство и промышлен-

ное производство, площадь лесов составляла примерно 6 млрд га. За несколько столетий хозяйственной деятельности эта площадь сократилась до 4 млрд га, из которых лишь 1,5 млрд га остались нетронутыми.

Для оценки суммарных потерь лесных территорий в работе [3] была использована следующая методика: сначала вычислялись данные по карте потенциального земельного растительного покрытия, а далее вычитались из этих данных соответствующие значения текущих лесных покрытий, приведенные в статистическом отчете FAO. Результаты регрессионного анализа по разным регионам приведены в таблице [1], где независимым переменным  $x$  является логарифм от плотности населения, а зависимым  $y$  – суммарные лесные потери.

Уравнения регрессионной зависимости между населением планеты ( $x$ ) и оценкой суммарных лесных потерь ( $y$ ) для различных регионов приведены в таблице.

Результаты регрессионного анализа по разным регионам

Регион	Уравнение регрессии	R <sup>2</sup>
Тропическая Азия	$y=16,042\ln x - 19,56$	0,638
Тропическая Африка	$y=15,206\ln x - 7,8446$	0,717
Тропическая Латинская Америка	$y=16,896\ln x - 7,020$	0,642
Центральная Америка и Мексика	$y=21,637\ln x - 29,643$	0,824
Европа	$y=14,719\ln x + 0,728$	0,523

Вышеизложенный подход к изучению вопроса регрессионной зависимости суммарных лесных потерь от плотности населения позволил авторам работы [1] дать некоторые прогнозные оценки по разным странам.

Однако, как нам представляется, такой модельный подход к задаче формирования объективных прогнозных оценок имеет следующие недостатки:

1. Указанный модельный подход не позволяет рассмотреть в отдельности все антропогенные факторы возникновения лесных потерь.

2. Не учтено свойство фактора населения оказывать как непосредственное, так и косвенное воздействие на значение лесных потерь через различные механизмы потерь.

Дана разработка нового метода оценки влияния антропогенного фактора на состояние лесного покрова.

**Обзор существующих моделей оценки влияния антропогенного фактора на состояние лесов.** Сильная степень поражения лесов в промышленно развитых зонах обычно вызвана действием комплекса промышленных предприятий [5]. Помимо промышленных комплексов на леса оказывают отрицательное влияние такие антропогенные факторы, как:

- наличие внелесосечной захлапленности;
- наличие расстроенных недорубов от рубок главного пользования;
- большая горимость лесов и как следствие этого – наличие на территории лесхоза гарей;
- загрязнение лесов, расположенных вблизи населенных пунктов бытовыми отходами;
- излишняя рекреационная нагрузка на лесные массивы в местах массового отдыха населения, вблизи городов и населенных пунктов.

Как отмечается в работе [6], близость урбанизированных ландшафтов (многочисленные населенные пункты, сеть автомобильных дорог общего пользования, туристические тропы, прилегающие сельскохозяйственные территории) неизбежно накладывают свой отпечаток на сохранность и стабильность охраняемых лесных экосистем.

Согласно анализу, проведенному в работе [7], на повышение эффективности использования лесоресурсной базы может заметно

повлиять комплексная оценка факторов, ведущих к увеличению рисков лесопользования. При этом под рисками лесопользования понимается вероятность полного или частичного разрушения лесоресурсной базы региона, ведущая к значительному экономическому ущербу и обусловленная действием как природных процессов, так и влиянием антропогенного фактора.

В работе [8] сообщается о разработке четырех различных моделей оценки сокращения площадей лесного покрова земли. При этом, как утверждает в [8], основными факторами уничтожения лесов являются развитие сельского хозяйства и выделение лесных участков для нужд животноводства.

Для моделирования процесса уничтожения лесов могут быть использованы искусственные нейронные сети [9]. Оценка корреляционных связей между всеми факторами, влияющими на процесс уничтожения лесов, показала, что наиболее информативными для применения в нейронной сети являются лесистость, географическая высота и расстояние до населенных пунктов.

В работе [10] рассмотрены вопросы пространственного моделирования уничтожения лесов с применением географических информационных систем и уравнений регрессии.

Были исследованы влияние следующих факторов на темпы уничтожения лесов: 1) расстояние от дорог и поселений; 2) индекс фрагментации лесов; 3) географическая высота; 4) наличие уклонов; 5) расстояние до границ леса.

Проведенные исследования показали, что такие факторы, как наличие уклонов, расстояние от дорог и поселений находятся в отрицательной корреляции с темпами уничтожения лесов. При этом скорость уничтожения лесов уменьшается с увеличением относительной географической высоты.

Как указывается в работе [11], динамика развития процесса уничтожения лесов может быть отображена с помощью причинно-контурных диаграмм, указывающих причинно-следственные связи появления факторов, приводящих к уничтожению лесов. Указывается, что такие диаграммы удобны для отслеживания временных измерений лесного покрова под воздействием различных факторов.

Кроме антропогенного фактора, связанного с деятельностью человека, существуют и такие факторы, как пожары, ураганные ветра, нашествие диких животных, засуха. Однако первенство антропогенного фактора в уничтожении лесов общепринято [12].

В работе [12] в качестве глобального антропогенного фактора рассматривается повышение средней температуры во всей планете. Этот факт объясняется 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 площади лесовых участков.

Основными причинами уничтожения лесов являются [13]:

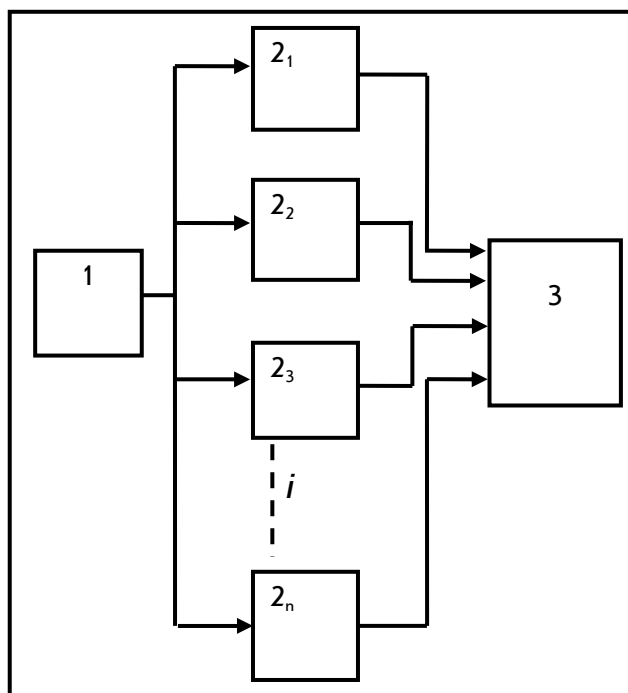
- 1) развитие сельского хозяйства;
- 2) расширение культивационных работ на горных склонах;
- 3) культивационная деятельность путем смены плодородных земель;
- 4) развитие скотоводства;
- 5) сбор древесного топлива;
- 6) производство деревянных строительных материалов.

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что к настоящему времени существуют следующие методы исследования процесса уничтожения лесов из-за антропогенного фактора:

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

**Предлагаемый метод и модель исследования.** Таким образом, все вышеуказанные методы исследования влияния антропогенного фактора основываются на модели прямого воздействия антропогенного фактора на состояние лесов в горной местности. Структурная схема такой модели показана на рисунке 1.

Отметим, что основным методом проверки достоверности модели прямого воздействия является исследование корреляционных связей между параметрами блоков  $2_i$  и  $3$ ;  $i = (\overline{1, n})$ .



**Рис. 1. Модель прямого воздействия антропогенного фактора на леса.**  
 Цифрами показаны: 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

Предлагается предлагаемый новый метод исследования процесса уничтожения лесов в горной местности, названный нами методом полного учета антропогенных факторов, воздействующих на состояние лесов как прямым образом, так и косвенно через кумулятивный показатель.

Таким кумулятивным показателем предлагается использовать риск или степень опасности возникновения оползней в горных зонах.

Сначала дадим математическое обоснование предлагаемого метода. Допустим, что имеются  $n$  причин уничтожения лесов, т.е. имеется множество

$$x = \{x_i\}; i = \overline{1, n},$$

где  $x_i$  –  $i$ -я причина.

При этом считаем, что между причинами  $x_i$  нет корреляционной связи.

Требуется найти коэффициенты регрессии между показателем состояния леса  $Z$  и факторами  $x_i$ .

При этом известно множество кумулятивных показателей  $y = \{y_j\}; j = \overline{1, n}$ , также находящихся в регрессионной связи с факторами  $x_i$ , т.е. каждый кумулятивный показа-



Регрессионную связь между показателем состояния лесов  $\gamma$  и показателем  $R$  в интересующей нас зоне выразим следующим образом:

$$\gamma = \chi \cdot R,$$

где  $\chi$  является коэффициентом регрессии.

С учетом выражений (3) и (4) имеем

$$\gamma = \chi \cdot a_1 \beta_1 + \chi \cdot a_2 \beta_2 + \dots + \chi \cdot a_n \beta_n. \quad (5)$$

Обозначив  $\chi_0 = \chi \cdot a_n$ , где  $\chi_0$  – коэффициент регрессии между  $\gamma$  и  $\beta_n$ , выражение (5) перепишем как

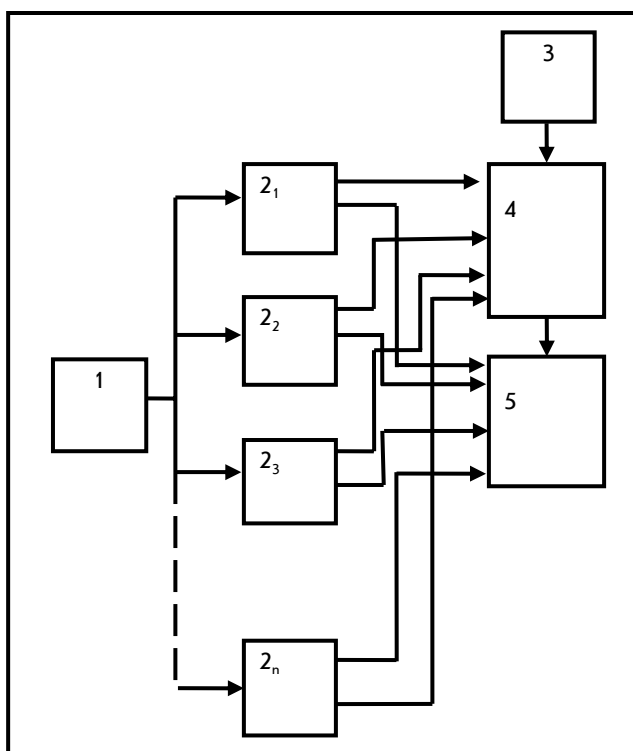
$$\gamma = \chi \cdot a_1 \beta_1 + \chi \cdot a_2 \beta_2 + \dots + \chi_0 \cdot \beta_n. \quad (6)$$

Из выражения (6) находим

$$\chi_0 = \frac{\gamma - \sum_{i=1}^{n-1} \chi \cdot a_i \beta_i}{\beta_n}. \quad (7)$$

Таким образом, полученное выражение (7) позволяет вычислить искомый коэффициент регрессии между показателями  $\gamma$  и  $\beta_n$ .

С учетом вышеизложенного предлагается комплексная модель прямого и косвенного воздействия антропогенного фактора на состояние лесов, блок-схема которой приведена на рисунке 3.



**Рис. 3. Блок-схема предлагаемой модели прямого и косвенного воздействия антропогенного фактора на состояние лесов:**  
 1, 2, 2<sub>2</sub>, 2<sub>3</sub>... 2<sub>n</sub> – повторяют обозначения, указанные на рисунке 1;  
 3 – неантропогенный фактор;  
 4 – процессы образования оползней; 5 – леса

Как видно из предлагаемой блок-схемы комплексной модели, леса здесь испытывают как прямое, так и косвенное воздействие, исходящее от антропогенного фактора.

### Результаты и обсуждения

Научная значимость предлагаемой модели в отличие от модели, представленной на рисунке 1, заключается в том, что для зон с высокой степенью риска возникновения оползней выход блока 4 может быть рассмотрен в качестве единого кумулятивного параметра, риска или степени опасности возникновения оползня, отображающего тяжесть всей антропогенной нагрузки, воздействующей двояко: как прямым образом, так и косвенно, через процессы образования оползней, а также воздействие неантропогенного фактора. Следовательно, в данном случае изучение процессов влияния различных составляющих суммарной антропогенной нагрузки на состояние лесов может быть заменено на изучение корреляционных связей между риском возникновения оползней и состоянием лесов.

### Заключение

Сформулируем основные выводы и положения проведенного исследования:

1. Анализ существующих материалов показал отсутствие моделей, учитывающих как прямое, так и косвенное воздействие антропогенного фактора на состояние лесов.
2. Предложен новый метод оценки влияния антропогенного фактора на состояние лесного покрова в горных зонах.
3. Предложена модель, учитывающая как прямое, так и косвенное воздействие антропогенного фактора, оцененное через риск возникновения оползней, являющегося кумулятивным показателем антропогенного воздействия.

### Библиографический список

1. Pahari K., Murai Sh. Modeling for prediction of global deforestation based of the growth of human population // ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing. – 1999. – Vol. 54. – P. 317-324.
2. Никонов М.В. Влияние природных и антропогенных факторов на состояние, устойчивость и воспроизводство новгородских лесов // GISAP, Biology, veterinary medicine and agricultural sciences. – С. 19-22. <http://oaji.net/articles/2015/1926-143251.pdf>.
3. Human impact. Deforestation and desertification. Forest Holocaust. <http://www.nationalgeographic.com/eye/deforestation/effect.html>.
4. Брюханов А.В. Экологическая оценка состояния лесов в Сибири: тревожные ре-



зультаты. [www.wwf.ru/data/forests/obzor\\_sibirskie\\_lesa.pdf](http://www.wwf.ru/data/forests/obzor_sibirskie_lesa.pdf).

5. Чжан С.А. Особенности вторичных сукцессионных процессов в зонах антропогенного загрязнения // Системы. Методы. Технологии. – 2009. – № 2. – С. 113-116.

6. Кобечинская В.Г., Свольнский А.Д., Свольнский М.Д., Капитонов В.В. Ведущие антропогенные факторы, нарушающие стабильность экосистем Ялтинского горно-лесного природного заповедника // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2. – С. 58-74.

7. Волкова Е.С. Интегральный анализ рисков лесопользования в таежной зоне Западной Сибири // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 81 (07). (<http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/64.pdf>).

8. Mas J.F., Paegelow M., De Jong B., Masera O., Guerrero G., et al. Modelling Tropical Deforestation: a Comparison of Approaches. 32rd Symposium on Remote Sensing of Environment, June 2007, San Jose, Costa Rica. 3 p.

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. – P. 461-471.

10. Arekhi S. Modeling spatial pattern of deforestation using GIS and logistic regression: a case study of northern Ilam forests, Ilam province, Iran // African Journal of Biotechnology. – 2011. – Vol. 10 (72). – P. 16236-16249.

11. Schmitt Olabisi L. The System Dynamics of Forest Cover in the Developing World: Researcher vs. Community Perspectives // Sustainability. – 2010. – Vol. 2. – P. 1523-1535.

12. 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. Vol. XXXVII. Part B2. Beijing 2008.

13. What are the major causes of deforestation? (<http://www.preservearticles.com/2012021623379/what-are-the-major-causes-of-deforestation.html> (11.10.2015)).

14. Gorsevski P.V., Gessler P.E., Boll J., Elliot W.J., Foltz R.B. Spatially and temporally distributed modeling of landslide susceptibility // Geomorphology. – 2006. – Vol. 80. – P. 178-198.

15. Ren D., Leslie L.M., Duan Q. Chapter 6. Landslides Caused Deforestation // In: Deforestation around the World. Paulo Moutinho (Ed.), InTech Publ. 2012.

16. Dixon M.D. Landslide Computer Modeling Potential. (<http://fs.fed.us/t-d/pubs/pdfpubs/pdf03713804/pdf03713804dpi72.pdf>).

17. Meusburger K., Alewell C. Impacts of anthropogenic and environmental factors on the occurrence of shallow landslides in an alpine catchment (Urseren Valley, Switzerland) // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. – 2008. – Vol. 8. – P. 509-520.

18. Nikolaishvili D., Dvalashvili G. Anthropogenic Changes of Caucasus Forest Landscapes // Earth Sciences. – 2015. – Vol. 4 (5-1). – P. 54-59.

19. Hajiyeva A. Risks and Threats Emerging Due to Anthropogenic Transformations on the South-Eastern Slope of the Greater Caucasus // Journal of Agriculture and Life Sciences. – 2015. – Vol. 2 (1). – P. 173-180.

## References

1. Pahari K., Murai Sh. Modeling for prediction of global deforestation based of the growth of human population // ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing. – 1999. – Vol. 54. – P. 317-324.

2. Nikonov M.V. Vliyanie prirodnikh i antropogennykh faktorov na sostoyanie, ustoichivost' i vosproizvodstvo novgorodskikh lesov // GISAP, Biology, Veterinary Medicine and Agricultural Sciences. – 2013. – S. 19-22.

3. Human impact. Deforestation and desertification. Forest Holocaust. (<http://www.nationalgeographic.com/eye/deforestation/effect.html>).

4. Bryukhanov A.V. Ekologicheskaya otsenka sostoyaniya lesov v Sibiri: trevozhnye rezul'taty. ([www.wwf.ru/data/forests/obzor\\_sibirskie\\_lesa.pdf](http://www.wwf.ru/data/forests/obzor_sibirskie_lesa.pdf)).

5. Chzhan S.A. Osobennosti vtorichnykh suktsessionnykh protsessov v zonakh antropogennogo zagryazneniya // Sistemy. Metody. Tekhnologii. – 2009. – № 2. – S. 113-116.

6. Kobechinskaya V.G., Svolynskii A.D., Svolynskii M.D., Kapitonov V.V. Vedushchie antropogennye faktory, narushayushchie stabil'nost' ekosistem Yaltinskogo gorno-lesnogo prirodnogo zapovednika // Ekosistemy, ikh optimizatsiya i okhrana. – 2010. – Vyp. 2. – S. 58-74.

7. Volkova E.S. Integral'nyi analiz riskov lesopol'zovaniya v taezhnoi zone Zapadnoi Sibiri // Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 81 (07). (<http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/64.pdf>).

8. Mas J.F., Paegelow M., De Jong B., Masera O., Guerrero G., et al. Modelling Tropical Deforestation: a Comparison of Approaches. 32rd Symposium on Remote Sensing of Environment, June 2007, San Jose, Costa Rica. 3 p.

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. – P. 461-471.

10. Arekhi S. Modeling spatial pattern of deforestation using GIS and logistic regression: a case study of northern Ilam forests, Ilam province, Iran // *African Journal of Biotechnology*. – 2011. – Vol. 10 (72). – P. 16236-16249.
11. Schmitt Olabisi L. The System Dynamics of Forest Cover in the Developing World: Researcher vs. Community Perspectives // *Sustainability*. – 2010. – Vol. 2. – P. 1523-1535.
12. 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*. Vol. XXXVII. Part B2. Beijing 2008.
13. What are the major causes of deforestation? (<http://www.preservearticles.com/2012021623379/what-are-the-major-causes-of-deforestation.html> (11.10.2015)).
14. Gorsevski P.V., Gessler P.E., Boll J., Elliot W.J., Foltz R.B. Spatially and temporally distributed modeling of landslide susceptibility // *Geomorphology*. – 2006. – Vol. 80. – P. 178-198.
15. Ren D., Leslie L.M., Duan Q. Chapter 6. Landslides Caused Deforestation // In: *Deforestation around the World*. Paulo Moutinho (Ed.), InTech Publ. 2012.
16. Dixon M.D. Landslide Computer Modeling Potential. (<http://fs.fed.us/t-d/pubs/pdfpubs/pdf03713804/pdf03713804dpi72.pdf>).
17. Meusbürger K., Alewell C. Impacts of anthropogenic and environmental factors on the occurrence of shallow landslides in an alpine catchment (Urseren Valley, Switzerland) // *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* – 2008. – Vol. 8. – P. 509-520.
18. Nikolaishvili D., Dvalashvili G. Anthropogenic Changes of Caucasus Forest Landscapes // *Earth Sciences*. – 2015. – Vol. 4 (5-1). – P. 54-59.
19. Hajiyeva A. Risks and Threats Emerging Due to Anthropogenic Transformations on the South-Eastern Slope of the Greater Caucasus // *Journal of Agriculture and Life Sciences*. – 2015. – Vol. 2 (1). – P. 173-180.



УДК 574.21:575.224:576.353

Н.Н. Чернышева, Л.П. Хлебова, Р.Д. Пронина  
N.N. Chernysheva, L.P. Khlebova, R.D. Pronina

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТ-СИСТЕМЫ *ALLIUM CEPA* L.  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕНОТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ Р. ЧУМЫШ**

**THE USE OF THE ALLIUM TEST FOR GENOTOXICITY EVALUATION  
OF THE CHUMYSH RIVER WATER**

**Ключевые слова:** генотоксичность, *Allium*-тест, корневая меристема, митотический индекс, патологии митоза, хромосомные aberrации, река Чумыш.

Исследована токсическая и мутагенная активность воды реки Чумыш в районе населенного пункта Тальменка (Алтайский край). В качестве биологической тест-системы использован лук репчатый *Allium cepa* L. Контролем служила очищенная водопроводная вода. Оценены митотическая активность, частота патологического митоза, типы хромосомных aberrаций в корневой меристеме тест-объекта. Установлено, что уровень митотической активности клеток лука репчатого, а также частота хромосомных aberrаций (до 7,9%) свидетельствуют о наличии в воде р. Чумыш веществ митомодифицирующего и генотоксического действия. Основными нарушениями являются отставания хромосом в мета- и анафазах, хромосомные мосты, фрагменты и микроядра. Их средний уровень в 5,0-10,8 раз превысил контрольное значение. Установлена неоднородность временного и пространственного распределения характеристик генотоксичности в пределах одного створа. Максимальный уровень митотической депрессии и частоты хромосомных мутаций наблюдали в тканях

тест-объекта на пробах осенней межени. Выявлен разнонаправленный характер митотической активности меристемы лука репчатого при воздействии компонентов речной воды весеннего и осеннего периодов. Весной наблюдали стимуляцию клеточного деления и повышение мета- и анафазных индексов, а осенью, напротив, депрессию митотической активности и повышение профазного индекса. Это свидетельствует о разнообразии механизмов адаптации растительных организмов к меняющимся условиям окружающей среды. В одном случае происходит увеличение интенсивности клеточного деления, компенсирующего повреждения количеством вновь образовавшихся клеток, в другом – активация систем репарации, направленных на исправление имеющихся нарушений.

**Keywords:** genotoxicity, *Allium* test, root meristem, mitotic index, pathologic mitosis, chromosome aberrations, Chumysh River.

The toxic and mutagenic activity of the Chumysh River water near Talmenka (Altai Region) was studied by means of cytogenetic analysis. Bulb onion (*Allium cepa* L.) was used as a biological test system. Purified tap water was used as the control. The mitotic activity, pathologic mitosis occurrence and