



DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu11.2016.2.4>

УДК 338.26:338:226

ББК 65.341.52-801

## МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА УЧАСТКОВ ДЛЯ ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ЛЕСОПОСАДКИ НА ОПУСТЫНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

**Фидан Эльхан гызы Гулиева**

Аспирант Национального аэрокосмического агентства Азербайджана  
fidash2013@mail.ru  
ул. Рахиба Мамедова, 25, AZ1123 г. Баку, Республика Азербайджан

**Эльбрус Керим оглы Ализаде**

Доктор географических наук, профессор,  
заместитель директора Института географии,  
Национальная академия наук Азербайджана  
alizade2015@rambler.ru  
ул. Г. Джавида, 31, AZ1143 г. Баку, Республика Азербайджан

**Камал Хейрадин оглы Исмаилов**

Доктор технических наук, профессор,  
Национальная академия авиации Азербайджана  
kamalismaylov@mail.ru  
пос. Бина, 25-й км, AZ1045 г. Баку, Республика Азербайджан

**Рауф Нусрат оглы Абдулов**

Кандидат технических наук, заместитель главного инженера,  
Научно-исследовательский институт  
Министерства оборонной промышленности Азербайджана  
raufabdulov@rambler.ru  
ул. Рахиба Мамедова, 25, AZ1123 г. Баку, Республика Азербайджан

**Аннотация.** Правильный выбор места посадки растений недостаточен для успешного роста растений. Необходим правильный выбор режима питания этих растений, в противном случае развитие вновь высаженных растений может быть проблематичным. Анализ известного метода оптимального выбора участка подлежащего лесопосадке показал отсутствие в нем возможности надлежащего выбора участков по вычисленным оптимальным значениям признаков. Предложен метод определения оптимальных величин выбранных признаков на базе ограничительных условий, сформированных для потенциальных местностей на базе экспертных оценок приоритетности. На примере простого модельного исследования показана возможность вычисления оптимальных величин признаков, используемых далее для выбора участка для первоочередной рефорестации.

**Ключевые слова:** лесопосадка, оптимальность, дефорестация, лесные массивы, линейное программирование.

## Введение

Хорошо известно, что после посадки растения подвергаются воздействию многих биотических и абиотических факторов [18]. К таким факторам можно отнести морозную погоду, конкуренцию между растениями, дефицит влаги, минералов и др. [13; 14; 19].

При этом, как показано в [17], правильный выбор места посадки растений и вида сажаемых ростков недостаточен для успешного роста растений. Важное значение имеет правильный выбор режима питания вновь посаженных растений. Важно оптимально сочетать применение удобрений с менеджментом всего участка лесопосадки, в противном случае рост новопосаженных растений может быть сильно затруднен [20].

Как было показано в работе [5; 8; 10; 18], ростки, посаженные при оптимизированных условиях окружающей среды, растут гораздо быстрее, чем те, которые были посажены по обычной процедуре посадки.

Согласно работе [16], в прошедшие три столетия общая площадь лесных массивов в Китае, Среднем Востоке, Северной Африке, на востоке США и Юго-Восточной Азии уменьшилась на одну треть. Дефорестация, то есть уничтожение лесных массивов, отрицательно влияет на климат, гидрологию, состояние почвы и биоразнообразие, оказывая урон экономике многих стран [3; 9]. Отрицательные воздействия глобальной дефорестации могут быть смягчены путем активной или пассивной рефорестации (насаждения деревьев или лесопосадки) [4; 12]. Восстановление лесных массивов может поддержать биогеохимический цикл углерода, кислорода и питательных веществ [6; 7]. Как было показано в работе [16], существуют многие моменты, требующие принятия компромиссных решений между структурными (биоразнообразие) и функциональными последствиями (углеродный цикл) рефорестации.

Разработка пространственных и временных модельных платформ на базе эмпирических моделей структурных и функциональных результатов рефорестации имеет важное значение для решения вопроса выбора оптимальной конфигурации сельскохозяйственных регионов [1; 11].

## Краткий обзор известных методов оптимальной лесопосадки

Согласно работе [15], лесопосадка является важным элементом общих усилий по компенсации потерь лесных массивов во всем мире. Согласно данным FAO, в период 2000–2010 гг. среднегодовая общая площадь лесопосадки достигала  $5,3 \times 10^6$  га/год. Вместе с тем определение участков, где следует организовать лесопосадку, является комплексной задачей. При решении этого вопроса недостаточно руководствоваться здравым смыслом, здесь необходимо выработать интегрированную систему поддержки принятия решения [2]. Подобные системы являются комбинацией пространственного анализа и многокритериального моделирования и позволяют принятие решения в условиях высокой неопределенности и отсутствия эмпирической информации. Вкратце остановимся на интегрированной системе поддержки решения, созданной с целью выбора приоритетных участков для лесопосадки. Эта система комбинирует мультиатрибутную модель SMART, предназначенную для выбора и ранжирования атрибутов по их степени важности, а также модель оптимизации для выбора тех участков, где можно было бы достичь максимальной выгоды от лесопосадки.

Вышеуказанная система может быть представлена в виде следующей последовательности реализуемых операций:

1. Выбор основных атрибутов земли: степень эрозии, уровень землеиспользования, покров земли, близость к водному бассейну, тип почвы, склон рельефа, уровень осадков.
2. Определение весовых коэффициентов атрибутов (признаков).
3. Выработка тематического слоя карты для каждого из атрибутов.
4. Оценка приоритетности каждого пикселя для осуществления в нем лесопосадки по формуле

$$y = \sum_{i=1}^n x_i b_i,$$

где  $y$  – приоритетность лесопосадки;  $x$  – стандартное значение  $i$ -го атрибута для каждого пикселя;  $b_i$  – вес атрибута  $i$ .



значений атрибутов, при заданных весовых функциях этих атрибутов, применив процедуру линейного программирования.

Для пояснения возможности предлагаемого метода проведем ограниченное модельное исследование.

**Модельное исследование**

Рассмотрим случай, когда имеются всего лишь два атрибута и имеется множество потенциально рассматриваемых участков, состоящих из трех участков.

В этом случае, с учетом выражений (1) и (2), можно составить следующие ограничительные условия:

$$y_{1\Sigma} = x_{11}b_{11} + x_{21}b_{21} < y_{10}, \quad (4)$$

$$y_{2\Sigma} = x_{12}b_{12} + x_{22}b_{22} < y_{20}, \quad (5)$$

$$y_{3\Sigma} = x_{13}b_{13} + x_{23}b_{23} < y_{30}. \quad (6)$$

С учетом выражения (3) целевую функцию оптимизации определим как

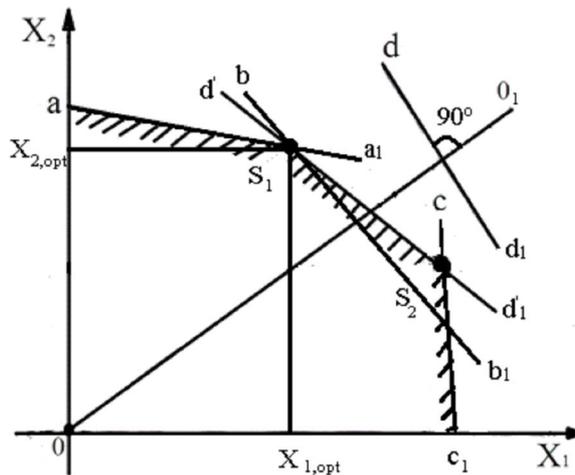
$$y_T = x_{1T}b_{1T} + X_{2T}b_{2T}. \quad (7)$$

Графическое решение задачи оптимизации приведено на рисунке.

Как видно из графического решения оптимизационной задачи, показанной на рисунке, удастся определить оптимальные значения атрибутов  $X_{1opt}$  и  $X_{2opt}$ , на основе которых окончательно выбирается участок, подлежащий первоочередной рефорестации.

**Заключение**

Проведенный анализ известного метода оптимального выбора участка, подлежащего рефорестации, показал, что данный метод не предусматривает возможность выбора участков из множества потенциально возможных местностей по вычисленным оптимальным значениям атрибутов. Предложен метод определения оптимальных величин выбранных атрибутов на базе ограничительных условий, сформированных для потенциальных местностей на базе экспертных оценок приоритетности. На примере простого модельного исследования показана возможность вычисления оптимальных величин атрибутов, используемых далее для выбора участка для первоочередной рефорестации.



Графическое решение задачи определения оптимальных значений атрибутов  $X_{1opt}$  и  $X_{2opt}$  для аргументированного выбора оптимального участка для первоочередной лесопосадки.

Принятые обозначения:  $aa_1$  – ограничительная линия соответствующая неравенству (4);  $bb_1$  – ограничительная линия соответствующая неравенству (5);  $cc_1$  – ограничительная линия соответствующая неравенству (6);  $oo_1$  – центральная линия, сформированная на базе выражения (7) при  $y_T = 0$ ;  $dd_1$  – основание опорной плоскости;  $d'd_1'$  – основание смещенной опорной плоскости;  $S_1, S_2$  – узловые точки;  $X_{1opt}, X_{2opt}$  – оптимальные значения, определенные с помощью процедуры линейного программирования

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд, Д. Л. Географическая среда и рациональное использование природных ресурсов / Д. Л. Арманд. – М. : Наука, 1983. – 228 с.
2. Бельгард, А. Л. О процессах адаптации и силватизации искусственных лесных биогеоценозов к условиям степной среды / А. Л. Бельгард, А. П. Травлеев // Проблемы лесного почвоведения. – М. : Наука, 1973. – С. 5–15.
3. Бодров, В. А. Полезащитное лесоразведение / В. А. Бодров. – К. : Урожай, 1974. – 200 с.
4. Ведь, И. П. Лесные мелиорации Крымского нагорья и их эффективность / И. П. Ведь, Ю. К. Телешек // Лесное хозяйство. – 1972. – № 6. – С. 26–31.
5. Голуб, А. А. Экономика природных ресурсов / А. А. Голуб, Е. Б. Струкова. – М. : Аспен Пресс, 2008. – 319 с.
6. Дриженко, А. Ю. Восстановление земель при горных разработках / А. Ю. Дриженко. – М. : Недра, 1985. – 240 с.
7. Етеревская, Л. В. Рекультивация земель / Л. В. Етеревская. – К. : Урожай, 1977. – 124 с.
8. Лось, В. А. Устойчивое развитие / В. А. Лось, А. Д. Урсул. – М. : Агар, 2010. – 254 с.
9. Мишнев, В. Г. О значении и состоянии полезащитного лесоразведения в Крыму / В. Г. Мишнев, Н. И. Цыплаков // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2001. – Вып. 1. – С. 12–14.
10. Основы экономики природопользования / под ред. В.Н. Холиной. – СПб. : Питер, 2012. – 676 с.
11. Позаченюк, Е. А. Природные ландшафты как аналоги производственных систем / Е. А. Позаченюк // Перспективы создания единой природоохранной сети Крыма. – Симферополь : Крымучпедгиз, 2002. – С. 46–50.
12. Поляков, А. Ф. Рекреационное лесопользование в горном Крыму / А. Ф. Поляков, Л. Ф. Каплюк, Е. И. Савич, А. Г. Рудь // Рекреационное лесопользование в СССР. – М., 1983. – С. 95–103.
13. Beaufait, W. Forestry handbook / W. Beaufait, P. P. Laird, M. Newton [et al.]. – N. Y. : J. Wiley&Sons, 1987. – P. 413–455.
14. Boyer, W. D. Natural regeneration of longleaf pine / W. D. Boyer // Proc. longleaf pine workshop, October 17-19 1978. USDA Forest Service. Technical Publication SA-TP3, 1979. – P. 6–11.
15. Cruz-Bello, G. M. Coupling Spatial Multiattribute Analysis and Optimization to Identify Reforestation Priority Areas / G. M. Cruz-Bello, E. D. Sotelo-Ruiz // Mountain Research and Development. – 2013. – Vol. 33. – P. 29–39. – Electronic text data. – Mode of access: <http://dx.doi.org/10.1659/MDR-JOURNAL-D-12-00085.1>. – Title from screen.

16. Cunningham, S. C. Thompson Balancing the environmental benefits of reforestation in agricultural regions / S. C. Cunningham, R. Mac Nally, P. J. Baker [et al.] // Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics. – 2015. – № 17. – P. 301–317.
17. Imo, M. Vector competition analyses of black spruce seedling responses to nutrient loading and vegetation control / M. Imo, V. R. Timmer // Canadian Journal of Forest Research. – 1999. – Vol. 29. – P. 474–486.
18. Johansson, K. Optimization of environmental factors affecting initial growth of Norway spruce seedlings / K. Johansson, O. Langvall, J. Bergh // Silva Fennica. – 2012. – Vol. 46, № 1. – P. 27–38.
19. Lohrey, R. E. Natural regeneration and direct seeding / R. E. Lohrey, E. P. Jones // The managed slash pine ecosystem. Proc. of Symp. School of forest resources and conservation. – Gainesville : University of Florida, 1983. – P. 183–193.
20. Nordborg, F., Nilsson U. Growth, damage and net nitrogen uptake in *Picea abies* (L.) Karst. Seedlings, effects of site preparation and fertilization / F. Nordborg, U. Nilsson // Annals of Forest Science. – 2003. – Vol. 60. – P. 657–666.

REFERENCES

1. Armand D.L. *Geograficheskaya sreda i ratsionalnoe ispolzovanie prirodnnykh resursov* [Geographical Environment and Rational Use of Natural Resources]. Moscow, Nauka Publ., 1983. 228 p.
2. Belgard A.L., Travleev A.P. O protsessakh adaptatsii i silvatizatsii iskusstvennykh lesnykh biogeotsenozov k usloviyam stepnoy sredy [On the Processes of Adaptation and Silvatization of Artificial Forest Ecosystems in the Steppe Environment Conditions]. *Problemy lesnogo pochvovedeniya* [Problems of Forest Soil Science]. Moscow, Nauka Publ., 1973, pp. 5-15.
3. Bodrov V.A. *Polezashchitnoe lesorazvedenie* [Shelterbelt Afforestation]. K., Urozhay Publ., 1974. 200 p.
4. Ved I.P., Teleshek Yu.K. Lesnye melioratsii Krymskogo nagorya i ikh effektivnost [Forest Reclamation of the Crimean Highlands and Their Effectiveness]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1972, no. 6, pp. 26-31.
5. Golub A.A., Strukova E.B. *Ekonomika prirodnnykh resursov* [Economics of Natural Resources]. Moscow, Aspens Press, 2008. 319 p.
6. Drizhenko A.Yu. *Vosstanovlenie zemel pri gornyykh razrabotkakh* [Restoring Land During Mining Operations]. Moscow, Nedra Publ., 1985. 240 p.
7. Eterevskaya L.V. *Rekultivatsiya zemel* [Land Reclamation]. K., Urozhay Publ., 1977. 124 p.

8. Los V.A., Ursul A.D. *Ustoychivoe razvitie* [Sustainable Development]. Moscow, Agar Publ., 2010. 254 p.
9. Mishnev V.G., Tsyplakov N.I. O znachenii i sostoyanii polezashchitnogo lesorazvedeniya v Krymu [On the Significance and Status of Field-Protective Afforestation in Crimea]. *Ekosistemy Kryma, ih optimizatsiya i okhrana*, 2001, iss. 11, pp. 12-14.
10. Kholina V.N., ed. *Osnovy ekonomiki prirodopolzovaniya* [Basics of Environmental Economics]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2012. 676 p.
11. Pozachenyuk E.A. Prirodnye landshafty kak analogi proizvodstvennykh sistem [Natural Landscapes as Analogues of Production Systems]. *Perspektivy sozdaniya edinoy prirodookhrannoy seti Kryma* [The Prospects of Creating a Unified Network of Environmental Crimea]. Simferopol, Krymchpedgiz Publ., 2002, pp. 46-50.
12. Polyakov A.F., Kaplyuk L.F., Savich E.I., Rud A.G. Rekreatsionnoe lesopolzovanie v gornom Krymu [The Recreational Forest Reclamation in the Mountainous Crimea]. *Rekreatsionnoe lesopolzovanie v SSSR* [Recreational Forest Management in the USSR]. Moscow, 1983, pp. 95-103.
13. Beaufait W., Laird P.P., Newton M., Smith D.M., Tubbs C.H., Weliner C.A., Williston H.L. *Silviculture. Forestry handbook*. New York, J. Wiley&Sons, 1987, pp. 413-455.
14. Boyer W.D. Natural regeneration of longleaf pine. *Proc. longleaf pine workshop, October 17-19, 1978*. USDA Forest Service. Technical Publication SA-TP3, 1979, pp. 6-11.
15. Cruz-Bello G.M., Sotelo-Ruiz E.D. Coupling Spatial Multiattribute Analysis and Optimization to Identify Reforestation Priority Areas. *Mountain Research and Development*, 2013, vol. 33, pp. 29-39. Available at: <http://dx.doi.org/10.1659/MDR-JOURNAL-D-12-00085.1>.
16. Cunningham S.C., Mac Nally R., Baker P.J., Cavagnaro T.R., Beringer J., Thomson J.R., Thompson R.M. Balancing the environmental benefits of reforestation in agricultural regions. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics*, 2015, no. 17, pp. 301-317.
17. Imo M., Timmer V.R. Vector competition analyses of black spruce seedling responses to nutrient loading and vegetation control. *Canadian Journal of Forest Research*, 1999, vol. 29, pp. 474-486.
18. Johansson K., Langvall O., Bergh J. Optimization of environmental factors affecting initial growth of Norway spruce seedlings. *Silva Fennica*, 2012, vol. 46, no. 1, pp. 27-38.
19. Lohrey R.E., Jones E.P. Natural Regeneration and Direct Seeding. *The Managed Slash Pine Ecosystem. Proc. of Symp. School of forest resources and conservation, 9-11 June 1981*. Gainesville, University of Florida, 1983, pp. 183-193.
20. Nordborg F., Nilsson U. Growth, damage and net nitrogen uptake in *Picea abies* (L.) Karst. Seedlings, effects of site preparation and fertilization. *Annals of Forest Science*, 2003, vol. 60, pp. 657-666.

## THE METHOD FOR OPTIMUM SELECTION OF LAND PLOTS FOR URGENT FOREST PLANTATIONS IN THE DESERT AREAS

### Fidan Elkhan gyzy Gulieva

Postgraduate Student, National Aerospace Agency of Azerbaijan  
fidash2013@mail.ru  
Rakhiba Mamedova St., 25, AZ1123 Baku, Republic of Azerbaijan

### Elbrus Kerim ogly Alizade

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Deputy Director of Institute of Geography,  
National Academy of Sciences of Azerbaijan  
alizade2015@rambler.ru  
G. Dzhabida St., 31, AZ1143 Baku, Republic of Azerbaijan

### Kamal Kheyreddin ogly Ismailov

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
National Academy of Aviation of Azerbaijan  
kamalismaylov@mail.ru  
Bina Village, 25-y km, AZ1045 Baku, Republic of Azerbaijan

**Rauf Nusrat ogly Abdulov**

Candidate of Technical Sciences, Deputy Chief Engineer,  
Research Institute of the Ministry of Defense Industry of Azerbaijan  
raufabdulov@rambler.ru  
Rakhiba Mamedova St., 25, AZ1123 Baku, Republic of Azerbaijan

**Abstract.** It is well-known that the newly growing vegetation is impacted by many biotic and abiotic factors. The frosty weather, rivalry between vegetations, deficit of water, minerals etc. can be considered as such factors. The proper selection of land plot for vegetation growth is not sufficient for successful development of vegetation, but the proper selection of regime of vegetation nutrition is necessary, in contrary, the development of newly grown vegetation can be encountered with problems. The analysis of known method for optimum selection of land plot for forest plantation does show the lack of possibility for due selection of land plots on calculated optimum values of attributes. The method for determination of optimum values of selected attributes on the basis of limitation conditions, formulated for potential areas on the basis of expert knowledge is suggested. The possibility of calculation of optimum values of attributes used for selection of land plots for urgent reforestation is shown on the example of a simple model research.

**Key words:** forest plantation, optimality, deforestation, forest zones, linear programming.