

## МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

**Р.А. Сафонов**

*Государственный университет по землеустройству, г. Москва, Россия*

Разработан модифицированный метод оценки устойчивости ландшафтных комплексов, учитывающий степень взаимодействия этого комплекса с окружающей средой. Соотнесены критерии устойчивости с численными характеристиками качественной оценки степени соответствия свойств комплекса и характеристик природной среды. Получение исходной информации предлагается производить посредством статистического способа экспертных оценок с обоснованием этого выбора для данного типа задач. Последующая статистическая обработка полученных исходных данных о свойствах ландшафтного комплекса позволяет получить количественную характеристику степени устойчивости комплекса. Предлагаемый метод, учитывающий степень встроенности ландшафтного комплекса в естественную среду, значительно повышает точность оценки устойчивости, что позволяет уменьшить число ошибок при его строительстве и эксплуатации, а также повысить точность прогнозирования жизненных периодов ландшафтных комплексов. Основные положения метода могут быть использованы при построении факторной модели ландшафтного комплекса.

*Ключевые слова: устойчивость ландшафтных комплексов, антропогенное воздействие на природную среду, метод экспертных оценок, ландшафтный комплекс и окружающая среда.*

На сегодняшний день разработано несколько методов оценки устойчивости ландшафтных комплексов, но все они обладают существенным недостатком, не в полной мере учитывают особенности и степень воздействий на первоначальный ландшафт при их создании. Это неизбежно приводит к ошибкам и неточностям в получаемых оценках устойчивости, так как первичное и последующее взаимодействие ландшафтного комплекса с окружающей средой, существенно меняет методологию оценки устойчивости.

Классифицируем ландшафтные комплексы по степени встроенности в окружающую среду (предлагаемый термин характеризует степень соответствия первозданного природного ландшафта и ландшафтного комплекса) на собственно «встроенные» (минимальное вмешательство человека) и созданные (преобразованные человеком от первоначального состояния ландшафта). Актуальность учёта влияния деятельности человека на природные объекты при анализе состояния этих объектов и, прежде всего их устойчивости обоснована в работах [1, 2], вопросы сохранения биоразнообразия при потере устойчивости природного комплекса затронуты в [3], а Е.Э. Желонкина рассматривает эти проблемы на макроуровне [4].

В соответствии с классификацией разработан модифицированный метод оценки устойчивости. На этапе сбора информации об анализируемых ландшафтных комплексах предлагается использовать метод экспертных оценок, внося в него изменения, учитывающие свойства, характеризующие

встроенность ландшафтного комплекса в окружающую среду.

Предлагаемый к использованию метод экспертных оценок является оптимальным для оценки устойчивости ландшафтных комплексов, так как «строгие» математические методы в этом случае будут давать большой процент погрешности по причине невозможности математически достоверно описать входные факторы, влияющие на ландшафтный комплекс. Кроме того, преимуществом метода экспертных оценок является сведение к минимуму какого-либо внешнего влияния на оценки выставляемые специалистом. Это принципиально отличает его от метода «мозгового штурма» (разновидностью которого он является). Основой для формирования оценки устойчивости служит только мнение специалиста, основанное на профессиональном, научном и практическом опыте.

Опросный лист метода экспертных оценок по критериям устойчивости ландшафтных комплексов соответствует схеме критериев оценки, предложенной А.С. Курбатовой [5].

1. Привлекательность для посещения ландшафтного комплекса:

1.1. Природный потенциал привлекательный.

1.2. Степень привлекательности при благоустройстве.

2. Наличие структурно-организованных состояний геомасс.

2.1. Жёсткость связей в пределах одного ландшафтного комплекса.

## Градостроительство и архитектура

2.2. Сложность организации его вертикальной структуры.

3. Тип структурной организации ландшафтного комплекса.

3.1. Генезис и современная направленность развития.

3.1.1. Искусственное поддержание имеющейся структуры.

3.1.2. Возможность самовоспроизведения в процессе функционирования.

3.1.3. Восстановление брошенной структуры в первоначальном виде.

3.2. Сложность горизонтальной организации.

4. Тип функционирования.

4.1. Временной режим функционирования.

4.1.1. Циклически воспроизводит свои свойства.

4.1.2. Возможность самовоспроизведения в процессе функционирования.

4.1.3. Восстановление брошенной структуры.

4.2. Степень антропогенного участия в функционировании.

4.3. Направленность антропогенного участия.

4.3.1. Дестабилизирующая.

4.3.2. Нейтральная.

4.3.3. Стабилизирующая.

4.4. Присутствие антропогенной составляющей в функционировании (отрицательное воздействие).

4.4.1. Полное отсутствие.

4.4.2. Нерегулярное.

4.4.3. Регулярное.

4.5. Функциональная взаимосвязь элементов плановой структуры (возможность изменения ландшафтных комплексов частично при сохранении структуры и функции остальных фрагментов).

В соответствии с характеристиками критериев (1.1, 1.2, 2.1 и так далее) предлагается таблица оценок критериев устойчивости с учётом степени встроенности ландшафтного комплекса в окружающую среду (табл. 1).

Различия в оценках характеристик критериев устойчивости ландшафтных комплексов в зависимости от степени их встроенности в естественный ландшафт связаны, прежде всего, с различием в субъектах обеспечивающих устойчивость. Для

Таблица 1

Оценки критериев устойчивости ландшафтных комплексов

Номер характеристики критерия	Оценка характеристики критерия	Для созданных ландшафтных комплексов	Для встроенных ландшафтных комплексов
1.1	Высокая	1	3
	Средняя	2	2
	Низкая	3	1
1.2	Высокая	1	1
	Средняя	2	2
	Низкая	3	3
2.1	Высокая	3	1
	Средняя	2	2
	Низкая	1	3
2.2	Высокая	1	3
	Средняя	2	2
	Низкая	3	1
3.1	3.1.1	3	1
	3.1.2	2	2
	3.1.3	1	3
3.2	Высокая	1	3
	Средняя	2	2
	Низкая	3	1
4.1	4.1.1	1	3
	4.1.2	2	2
	4.1.3	3	1
4.2	Высокая	3	1
	Средняя	2	2
	Низкая	1	3
4.3	4.3.1	1	1
	4.3.2	2	2
	4.3.3	3	3
4.4	4.4.1	3	3
	4.4.2	2	2
	4.4.3	1	1
4.5	Высокая	1	1
	Средняя	2	2
	Низкая	3	3

Таблица 2

Результаты экспертной оценки устойчивости ландшафтных комплексов

Характеристики признаков	Эксперты и их весовые квалификационные характеристики				Средние арифметические взвешенные по каждому признаку
	1 эксперт 1.1	2 эксперт 0.8	3 эксперт 1.3	...	
1.1					
1.2					
2.1					
...					
4.5					

созданных ландшафтных комплексов таким субъектом является человек, в то время как устойчивость встроенных обеспечивается, прежде всего, законами природы.

Полученные в процессе опроса результаты сводятся в информационную часть итоговой таблицы (табл. 2).

На предварительном этапе проведения экспертного опроса производится отбор опрашиваемых экспертов и устанавливаются их квалификационные весовые характеристики. Рекомендуется для получения репрезентативных результатов привлекать для исследования специалистов, обладающих различным уровнем квалификации и опыта, в вопросах оценки устойчивости ландшафтных комплексов (включая минимальный уровень). Весовые характеристики экспертов определяются индивидуально после формирования опрашиваемой группы, для каждого исследования отдельно. Иерархия весов выставляется с соблюдением принципа равенства единице их суммы по полной группе экспертов, с соблюдением принципов, изложенных в работе [6].

После заполнения информационного поля таблицы производится определение среднего арифметического взвешенного по каждой характеристике признака (построчно) с заполнением последнего столбца табл. 2.

$$X_{\text{ср. взв}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}, \quad (1)$$

где  $x_i$  – оценка критерия, проставленная  $i$ -м экспертом;  $h_i$  – весовая характеристика эксперта выставившего  $x_i$  оценку;  $n$  – общее количество экспертов.

Вычисляется сумма средних взвешенных значений по каждой характеристике признака  $\sum_{k=1}^{11} X_{\text{ср. взв}, k}$  как сумма значений последнего столбца табл. 2.

Рассчитывается коэффициент устойчивости ландшафтного комплекса.

$$K_{\text{уст}} = \frac{\sum_{k=1}^{11} X_{\text{ср. взв}, k} - 11}{22} \times 100\%. \quad (2)$$

В соответствии с коэффициентом устойчивости определяется по шкале устойчивости [7] уровень устойчивости рассматриваемого ландшафтного комплекса:

- 1) максимальная устойчивость – от 80 до 100 процентов,
- 2) высокая устойчивость – от 60 до 80 процентов,
- 3) устойчивость – от 40 до 60 процентов,
- 4) неустойчивость – от 20 до 40 процентов,
- 5) абсолютная неустойчивость – от 0 до 20 процентов.

Полученная информация уровня устойчивости ландшафтного комплекса используется на каждом этапе его существования: проектирования, строительства и эксплуатации; для принятия стратегических решений.

Предлагаемый модифицированный метод определения устойчивости ландшафтных комплексов, учитывающий степень его встроенности в окружающую среду, значительно повышает точность оценки устойчивости, что позволяет избежать значительной части эксплуатационных ошибок на всех стадиях жизненного периода ландшафтного комплекса, осуществляя управление ландшафтным комплексом, как в частности предложено В.Н. Незамайкиным [8]. Например, определять характеристики строительных материалов, допускаемых к применению при строительстве и реконструкции комплекса, уточнять необходимость ремонта объектов комплекса, проводить оценку длительности существования ландшафтного комплекса в первоначальном виде и так далее. Кроме того, предложенные развёрнутые характеристики критериев устойчивости позволяют сформировать качественную модель ландшафтного комплекса с внутренними и внешними связями, с возможностью корректировки его свойств для повышения устойчивости или изменения степени встроенности в окружающую среду.

#### Литература

1. Груздева, Л.П. Влияние Рыбинского водохранилища и техногенных выбросов комбината «Северсталь» на ландшафты водоохранной зоны / Л.П. Груздева, Д.А. Шаповалов, В.С. Груздев // Ме-

лиорация и водное хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 14–17.

2. Шукуров, И.С. Вклад урбанизированных территорий Хартума в изменение микроклимата прибрежной полосы Голубого и Белого Нила / И.С. Шукуров, С.П. Маракулина, Э.М.А. Ахмед // Научное обозрение. – 2016. – № 6. – С. 61–64.

3. Груздев, В.С. Правовые вопросы сохранения биоразнообразия в Валдайском национальном парке / В.С. Груздев, Л.П. Груздева, И.А. Синянский // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2015. – № 1 (140). – С. 43–48.

4. Желонкина, Е.Э. Особоохраняемые природные территории – безопасность экологического равновесия российского севера / Е.Э. Желонкина // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2017. – Т. 26. – № 4. – С. 92–97.

5. Курбатова, А.С. Ландшафтно-экологи

ческие основы формирования градостроительных структур / А.С. Курбатова. – Москва–Смоленск: Маджента, 2004.

6. Сафонов, Р.А. Применение метода сравнения статистических показателей при анализе качества данных о земельных участках (на примере органов кадастрового учёта) / Р.А. Сафонов, Д.В. Антропов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2015. – № 2. – С. 52–58.

7. Сафонов, Р.А. Обработка кадастровой информации методом комплексного множественного регрессионного анализа / Р.А. Сафонов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2013. – № 2 (98). – С. 41–46.

8. Незамайкин, В.Н. Сравнительный анализ современных теоретических подходов к управлению природными ресурсами / В.Н. Незамайкин // Финансы и кредит. – 2006. – № 1 (205). – С. 61–65.

**Сафонов Роман Анатольевич**, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Строительство», Государственный университет по землеустройству (Москва), г.а.safonov@mail.ru

Поступила в редакцию 19 февраля 2018 г.

---

DOI: 10.14529/build180201

## MODIFIED METHOD FOR ASSESSING STABILITY OF LANDSCAPE COMPLEXES

**R.A. Safonov**, r.a.safonov@mail.ru

State University of Land Use Planning, Moscow, Russian Federation

A modified method of assessing stability of landscape complex is developed, taking into account the degree of interaction of this complex with the environment. Stability criteria are compared with numerical characteristics of a qualitative assessment of the level of correspondence of the complex properties and characteristics of the environment. To obtain the initial information we should use a statistical method of expert assessment with the justification of this choice for this type of tasks. The subsequent statistical processing of the obtained initial data on the properties of the landscape complex makes it possible to obtain a quantitative characteristic of the degree of stability of the complex. The proposed method considering the degree of integration of landscape complex into the natural environment significantly improves the accuracy of the stability assessment, which helps to reduce the number of errors in its construction and operation as well as to improve the accuracy of forecasting the life periods of landscape complexes. The main provisions of this method can be used in constructing a factorial model of a landscape complex.

*Keywords: stability of landscape complexes, human impact on the environment, the method of expert assessment, landscape complex and the environment.*

## References

1. Gruzdeva L.P., Shapovalov D.A., Gruzdev B.C. [Rybinsk Reservoir and Influence of Man-Made Emissions Plant Severstal on Landscapes of the Water Protection Zone]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Melioration and Water Management], 2008, no. 3, pp 14–17 (in Russ.).
2. Shukurov I.S., Marakulina S.P., Akhmed E.M.A. [Contribution to Urban Areas of Khartoum in Changing the Microclimate of the Coastal Strip for the Blue and White Nile]. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review], 2016, no. 6, pp. 61–64 (in Russ.).
3. Gruzdev V.S., Gruzdeva L.P., Sinyanskiy I.A. [legal Issues of Biodiversity Conservation in the Valdai National Park]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii* [The Use and Protection of Natural Resources in Russia], 2015, no. 1(140), pp. 43–48 (in Russ.).
4. Zhelonkina E.E. [Protected Natural Areas-safety of the Ecological Balance of the Russian North]. *Samarskaya Luka: problemy regional'noy i global'noy ekologii* [Samara Luke: Problems of Regional and Global Ecology], 2017, vol. 26, no. 4, pp. 92–97 (in Russ.).
5. Kurbatova A.S. *Landshaftno-ekologicheskie osnovy formirovaniya gradostroitel'nykh struktur* [Landscape-ecological Bases of Formation of Architectural Structures]. Moscow-Smolensk, Magenta Publ., 2004. 396 p.
6. Safonov R.A., Antropov D.V. [Application of Comparison Method of Statistical Indicators in the Analysis of Quality Data on the Land (for example, cadastral bodies accounting)]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land Management, a Cadastre and Monitoring of Lands], 2015, no. 2, pp. 52–58 (in Russ.).
7. Safonov R. A. [Processing Cadastral Information Integrated Method of Multiple Regression Analysis]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land Management, a Cadastre and Monitoring of Lands], 2013, no. 2 (98), pp. 41–46 (in Russ.).
8. Nezamaykin V.N. [Comparative Analysis of Modern Theoretical Approaches to Natural Resources Management]. *Finansy i kredit* [Finance and Credit], 2006, no. 1(205), pp. 61–65 (in Russ.).

Received 19 February 2018

## ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Сафонов, Р.А. Модифицированный метод оценки устойчивости ландшафтных комплексов / Р.А. Сафонов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2018. – Т. 18, № 2. – С. 5–9. DOI: 10.14529/build180201

## FOR CITATION

Safonov R.A. Modified Method for Assessing Stability of Landscape Complexes. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2018, vol. 18, no. 2, pp. 5–9. (in Russ.). DOI: 10.14529/build180201