УДК 004.42:502:504

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Хаширова Т.Ю., Гергов А.Р., Георгиева М.А., Акбашева Г.А.

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: khashirova@mail.ru, gergoff@mail.ru, maza1317@mail.ru, galina_akbash@mail.ru

Задача сбора и обработки информации о состоянии природных ландшафтов, а также их оценки сегодня является довольно актуальной. Когда речь заходит о состоянии природного объекта, то подразумевается экологическая устойчивость, которая часто отождествляется со стабильностью исследуемой территории. Результаты представленной научно-исследовательской работы посвящены реализации подхода, базирующегося на определении оценки экологической стабильности, интегрировавшего две методики КЭСт1 и КЭСт2, на основе которого был создан программный продукт. Проект предполагает выбор одной из методик в зависимости от обеспеченности информацией. В разработанной компьютерной модели учтены наиболее значимые факторы, влияющие на комплексную оценку состояния стабильности ландшафта. Компьютерная модель имеет практическую значимость и может стать частью АРМ специалиста по охране окружающей среды, что значительно повысит эффективность его работы.

Ключевые слова: природные ландшафты, программный продукт, коэффициент экологической стабильности, охрана окружающей среды

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES AT ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL STABILITY OF MOUNTAIN AND PEDIGOROUS LANDSCAPES

Khashirova T.Yu., Gergov A.R., Georgieva M.A., Akbasheva G.A.

Kabardino-Balkarian State University, Nalchik, e-mail: khashirova@mail.ru, gergoff@mail.ru, maza1317@mail.ru, galina_akbash@mail.ru

The task of collecting and processing information about the state of natural landscapes, as well as their assessment today is quite relevant. When it comes to the state of a natural object, it means environmental sustainability, which is often identified with the stability of the study area. The results of the presented research work are devoted to the implementation of the approach based on the definition of the assessment of environmental stability, integrating the two methods KESt1 and KESt2, on the basis of which the software product was created. The project involves choosing one of the methods depending on the availability of information. The developed computer model takes into account the most significant factors affecting the complex assessment of the state of landscape stability. The computer model has practical significance and can become a part of the workplace of an environmental specialist, which will significantly improve the efficiency of its work.

Keywords: natural landscapes, software product, coefficient of environmental stability, environmental protection

В настоящее время является актуальной задача систематического сбора и обработки информации о состоянии природных ландшафтов, а также последующая их оценка. Когда речь заходит о состоянии природного объекта, то подразумевается экологическая устойчивость, которая часто отождествляется со стабильностью исследуемой территории. Под устойчивостью экологической системы будем понимать ее восприимчивость к влиянию внешних факторов и умение поддерживать свою структуру и функциональные специфики [1, 2]. В качестве параметров, позволяющих описать изучаемую экосистему, для определения экологической устойчивости можно выделить следующие:

– коэффициенты экологической стабильности ландшафта – КЭСт1, КЭСт2,

– индекс сбалансированности ландшафта,

– фактор стабилизации ландшафта (на биоэнергетической основе),

– соответствие технологической нагрузки экологической емкости ландшафта.

На данный момент существуют методики, позволяющие рассчитать коэффициент экологической стабильности исследуемых ландшафтов, для которых определены различные коэффициенты и шкалы оценки получаемых значений.

Один из подходов состоит в оценке степени экологической устойчивости ландшафта с помощью коэффициента экологической стабильности [3], интегрирующего абиотические и биотические элементы ландшафта. Из ряда методик, представленных в научной литературе по изучаемой проблематике, были определены два метода. Первый основан на сопоставлении территорий, загруженных разнообразными элементами

ландшафта, которые могут как положительно, так и отрицательно влиять на рассматриваемую экосистему (КЭСт1) [3]. Второй подход позволяет оценить такие параметры, как состояние рельефа, качество почвы, устойчивость материнских пород, состояние растительности и продуктивности биомасс (КЭСт2), описывающие качественное состояние ландшафта [3].

Другой подход состоит в нахождении оценки устойчивости ландшафтов для повышения их экологической сбалансированности, позволяющий использовать данные кратковременных наблюдений [3].

Для оценки устойчивости ландшафта можно воспользоваться так называемым фактором стабилизации ландшафта [3], предоставляющем возможность регулировать соотношение стабильных и нестабильных экосистем в ландшафте, оптимизировать соотношение угодий в нем.

Метод оценки соответствия технологической нагрузки экологической емкости ландшафта позволяет рассчитывать оценку показателей, характеризующих качество почвенных ресурсов, а также показатели производительной устойчивости ландшафта [4].

Результаты представленной научно-исследовательской работы посвящены реализации подхода, базирующегося на определении оценки экологической стабильности, интегрировавший две методики КЭСт1 и КЭСт2, на основе которого был создан программный продукт. Проект предполагает выбор одной из методик в зависимости от обеспеченности информацией.

Первый коэффициент определяется по формуле [3]

$$КЭСт1 = П_{стаб.}/П_{дестаб.},$$

где $П_{стаб.}$ – это стабилизирующие площади (занимаемые стабильными элементами ландшафта); $П_{дестаб.}$ – это дестабилизирующие площади. Сопоставив полученное значение коэффициента экологической стабильности со шкалой (рис. 1), можно сделать вывод об устойчивости изучаемого ландшафта.

Шкала оценки коэффициента экологической стабильности ландшафта	≤0,5 – нестабильность хорошо выражена
	0,5–1,0 – состояние нестабильное
	1,01–3,0 – состояние условно стабильное
	3,01–4,5 – стабильность хорошо выражена
	≥4,5 – ландшафт с ярко выраженной стабильностью

Рис. 1. Шкала оценки коэффициента экологической стабильности

Коэффициент экологической значимости (Кэз)	1 – Лиственные леса
	0 – Застройки и дороги
	0,14 – Пашня
	0,05 – Овраги
	0,29 – Виноградники
	0,38 – Хвойные леса
	0,43 – Сады, лесные культуры и лесополосы
	0,5 – Огороды
	0,62 – Луга, сенокосы, кустарники
	0,63 – Хвойно-широколиственные леса
	0,68 – Пастбища
	0,79 – Водоемы и водотоки
	0,1 – Пески

Рис. 2. Коэффициент экологической значимости [3]

Общие положения создания программного продукта

1.	Наименование проектируемого ПО	Компьютерная модель «Оценка экологической стабильности горных и предгорных ландшафтов»
2.	Перечень организаций, участвующих в разработке ПО	КБГУ, Институт информатики, электроники и компьютерных технологий, кафедра информатики и технологий программирований
3.	Цели, назначение и области использования ПО	Оценка экологической стабильности горных и предгорных ландшафтов; модель может быть использована для исследовательских целей, а также в качестве демонстрационной в учебном процессе
4.	Сведения об использованных при разработке ПО нормативно-технических документах	ГОСТ 17.0.0.01-76 «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов»; ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 9294-93 Руководство по управлению документированием программного обеспечения
5.	Сведения о научно-исследовательских работах, использованных при разработке проекта	Методологическая основа – натурные и теоретические исследования, анализ и обобщение полученных результатов; Методы – сравнительно-описательный, картографический, математическое компьютерное моделирование, ГИС-технологии
6.	Очередность создания ПО	Изучение предметной области. Изучение и анализ научной литературы, посвященной исследуемой проблематике. Выбор методов и методик. Разработка математической модели и алгоритма. Реализация разработанного алгоритма в среде C++ Visual Studio 2013 с использованием библиотек Qt. Проведение вычислительного эксперимента

Второй коэффициент КЭСт2 определяется по формуле [3]

$$\text{КЭСт2} = \frac{\sum P_i * \text{К}_{\text{эз}} * \text{К}_{\text{гу}}}{P * \text{К}_{\text{эз}}},$$

где P_i – рассматриваемая площадь, га; $\text{К}_{\text{гу}}$ – коэффициент геоморфологической устойчивости; $\text{К}_{\text{эз}}$ – коэффициент экологической значимости (рис. 2); а P – общая площадь территории, га.

Процесс создания компьютерной модели и проведения с ней вычислительного эксперимента включал такие взаимосвязанные этапы, как сбор и анализ входных данных, составление и структуризация необходимых выходных параметров, программирование, проведение вычислительного эксперимента, интерпретация результатов моделирования [5]. При разработке программного продукта мы придерживались общих положений (таблица) [6], адаптированных к нашим целям исследований. Компьютерная модель построена «по образу и подобию» реальной системы, включает в себя блоки, соответствующие реальным подсистемам. Такие операции, происходящие в каждом блоке, соответствуют тем реальным процессам, которые происходят в той или иной подсистеме. Подобный принцип построения модели, структура которой представлена на рис. 4, позволяет наиболее адекватно отображать процессы, протекающие в системе, и получать практически все те характеристики, которые могли бы быть получены при анализе реальной системы, также система допускает проигрывание чрезвычайных ситуаций, вызванных необходимостью оценки тех или иных хозяйственных решений.

Подсистемы, входящие в состав компьютерной модели: подсистема хранения данных; подсистема управления частями системы; подсистема определения коэффициента экологической стабильности (КЭСт1, КЭСт2); подсистема анализа статистических данных; подсистема интерпретации результатов вычислительного эксперимента; подсистема формирования отчетности.

Разработанная программа может в интерактивном режиме рассчитывать коэффициенты экологической стабильности (КЭст1, КЭСт2). На карту в главном окне программы (рис. 4) накладывается сетка, размер которой задается пользователем, по имеющимся данным рассчитывается один из коэффициентов, если объем имеющейся информации позволяет, то определяется значение второго коэффициента. В компьютерной модели реализована функция приближения изображения на

карте, предоставляющая возможность изучать небольшие участки для получения более точных результатов. Входные данные могут поступать из созданной информационной базы или считываться как с физико-географических, так и со специальных карт (почвенных, погодных, растительных и др.), которые загружаются во второй вкладке программы и сохраняются. Обрабатываемые карты должны быть представлены в нужном масштабе и обязательно содержать условные обозначения, далее попиксельно считывается изображение, которое сопоставляется с легендой карты, и выделяются данные, которые привязываются к координатам и заносятся в базу данных [7]. По этим записям возможно создавать отчеты, учитывая заданные временные промежутки и области карты. Также есть возможность выгрузки данных в MS Excel.

Компьютерная модель экологической стабильности	Информационная база модели	Информационная база модели биотических ресурсов
		Информационная база модели почвенных ресурсов
	Система математических моделей	Математическая модель экологической стабильности рассматриваемого региона
		Математическая модель оценки состояния биотических ресурсов
		Математическая модель оценки состояния почвенных ресурсов

Рис. 3. Структура компьютерной модели

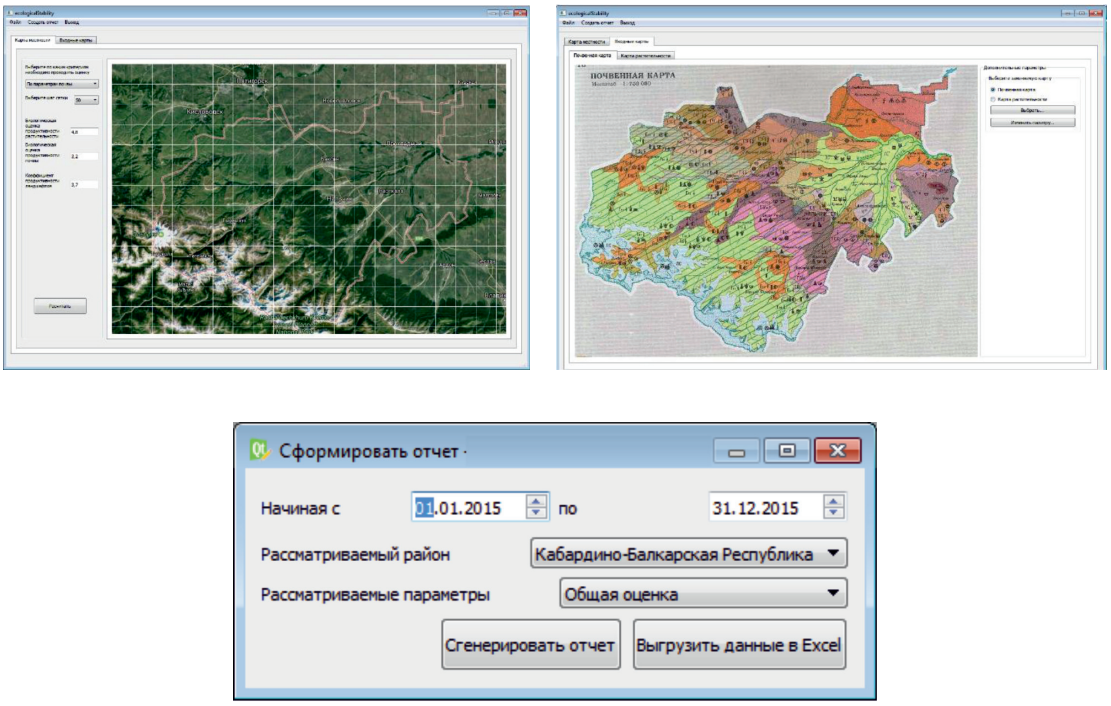

Рис. 4. Интерфейс программного продукта

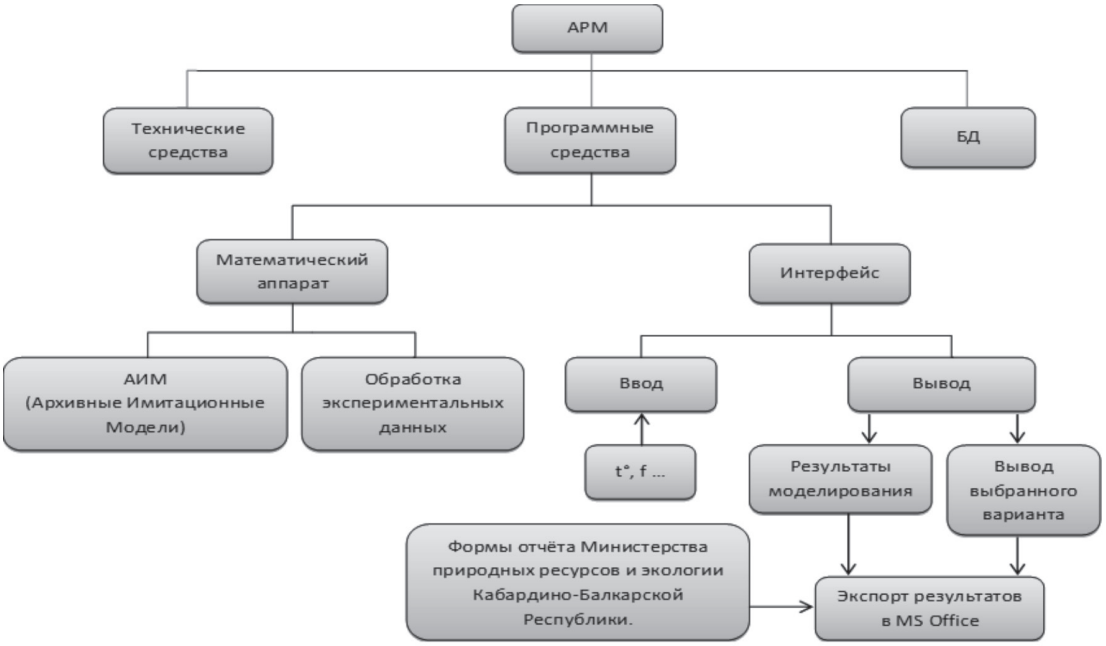

Рис. 5. Структурная схема АРМ специалиста по охране окружающей среды

Практическая ценность представленной разработки состоит в возможности использования создаваемого программного обеспечения специалистами природоохранной деятельности для определения экологической стабильности рассматриваемого региона в целях оценки влияния на природные объекты различных отраслей человеческой деятельности, а также для использования в учебном процессе и научно-исследовательских разработках. Программный продукт реализован в среде Visual Studio на языке C++, с использованием фреймворка Qt, являющийся кроссплатформенным инструментарием разработчика прикладного программного обеспечения. В настоящее время он широко используется для создания графических интерфейсов [8].

В разработанной компьютерной модели учтены наиболее значимые факторы, влияющие на комплексную оценку состояния стабильности ландшафта [2]. Компьютерная модель имеет практическую значимость и может стать частью АРМ специалиста по охране окружающей среды, структура которого представлена на рис. 5, что значительно повысит эффективность его работы.

Список литературы

1. Масютенко Н.П., Чуян Н.А. и др. Система оценки устойчивости агроландшафтов для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, РАСХН, 2013. – 50 с.

2. Хаширова Т.Ю., Апанасова З.В. Применение компьютерного моделирования в проблемах оценки экологического состояния природных ландшафтов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.; URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15355.

3. Международный стандарт ИСО 14001 Системы управления охраной окружающей среды. Общие требования и руководящие указания. – М.: ВНИИС, 1997.

4. Ламердонов З.Г., Хаширова Т.Ю. Инновационные технологии управления эрозионно-аккумулятивными процессами на горных и предгорных ландшафтах. – Нальчик: Изд-во М. и В. Котляровых (ООО «Полиграфсервис и Т»), 2015. – 228 с.

5. Апанасова З.В. Компьютерная модель интегральной экологической оценки агроландшафта. Инновации в природообустройстве: Сборник научных статей (Под ред. З.Г. Ламердонова). – Нальчик: Издательство М. и В. Котляровых (ООО «Полиграфсервис и Т»), 2011. – С. 106–110.

6. ГОСТ 34.603-92. Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем [Текст]. – введ. 1993–01–01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1992.

7. Апанасова З.В., Бесланеев З.О. Концептуальное проектирование базы данных системы управления склоновой эрозией // Экологические системы и приборы. – 2015. – № 11. – С. 49–52.

8. Шлее М. Qt4. Профессиональное программирование на C++. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 880 с.