



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИЖЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Научно-практический журнал

2009 № 2(14)

Издается с июня 2003 года

Выходит два раза в год

Ижевск Издательство ИжГТУ 2009

---

Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору  
в сфере связи и массовых коммуникаций по Удмуртской Республике.  
Свидетельство ПИ № ТУ 18-0064 от 17 апреля 2009 г.

**Редколлегия**

*Д. Н. Бабин*, доктор физико-математических наук, профессор  
Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова

*И. Н. Ефимов*, доктор технических наук, профессор  
Ижевского государственного технического университета  
(Чайковского технологического института)

*И. Г. Русяк*, доктор технических наук, профессор  
Ижевского государственного технического университета

*В. Л. Соломахо*, доктор технических наук, профессор  
Белорусского национального технического университета

*В. А. Тененёв*, доктор физико-математических наук, профессор  
Ижевского государственного технического университета

*С. В. Умняшкин*, доктор физико-математических наук, профессор  
Московского государственного института электронной техники  
(Технического университета)

*В. В. Хворенков*, доктор технических наук, профессор  
Ижевского государственного технического университета

*Б. А. Якимович*, доктор технических наук, профессор  
Ижевского государственного технического университета

Ответственный за выпуск *В. А. Тененёв*

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ  
В ПРОИЗВОДСТВЕ**  
Научно-практический журнал  
2009, № 2(14)

Редактор *О. Н. ШUTOва*  
Технический редактор *С. В. Звягинцова*  
Верстка *С. Е. Фокиной*  
Дизайн обложки *Е. М. Вахрушевой*  
Директор издательства *Г. А. Осипова*

---

Подписано в печать 14.12.2009. Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 19,02. Тираж 500 экз. Заказ № 455  
Издательство Ижевского государственного технического университета  
Отпечатано в типографии Издательства ИжГТУ. 426069, Ижевск, ул. Студенческая, 7

© Ижевский государственный технический университет, 2009  
© Издательство ИжГТУ, 2009

2. Габричидзе, Т. Г. Когда в регионе химически опасный объект / Т. Г. Габричидзе, И. М. Янников, Т. Л. Зубко // Гражданская защита. – 2007. – № 2. – С. 28–29.
3. Янников, И. М. Анализ методов организации флористического мониторинга вокруг химически опасных объектов // Вестник ИжГТУ. – 2007. – № 2. – С. 135–138.
4. Янников, И. М. Выявление спектра травянистых растений, перспективных в качестве фитомелиорантов при загрязнении почвы мышьяковистыми соединениями / И. М. Янников, Т. Г. Габричидзе, Т. Л. Зубко, Н. В. Козловская // Вестник ИжГТУ. – 2007. – № 2. – С. 138–140.
5. Янников, И. М. Анализ эффективности наиболее распространенных фитомелиорантов при мышьяковистом загрязнении почвы / И. М. Янников, Н. В. Козловская, Т. Л. Зубко // Экология человека: концепция факторов риска, экологической безопасности и управления рисками: сб. ст. 5-й Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2008. – С. 189–191.
6. Gabrichidze, T. G. Biomonitoring as diagnostics of quality of an environment / T. G. Gabrichidze, N. V. Kozlovskaya, G. V. Lomaev, T. L. Zubko, I. M. Yannikov // European NDT Days in Prague 2007 NDT for Safety. International Conference. PROCEEDINGS. November 07–09, 2007. – P. 81–86.
7. Габричидзе, Т. Г. Структура и принцип построения комплексной системы безопасности критически важного, потенциально опасного объекта (ХОО, ОУХО) / Т. Г. Габричидзе, И. М. Янников // Теоретическая и прикладная экология. – 2007. – № 2. – С. 55–69.
8. Янников, И. М. Новые подходы к организации мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия // Вестник МЧС Удмуртской Республики. – 2008. – № 2. – С. 24–27.
9. Янников, И. М. Экологический полигон как база оперативного мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия / И. М. Янников, Н. В. Козловская // Вестник Министерства по делам ГО и ЧС Удмуртской Республики. – 2007. – № 4. – С. 37–38.
10. Габричидзе, Т. Г. Трансформация почвенно-растительного покрова под влиянием мышьяк содержащих соединений и возможность мониторинга / Т. Г. Габричидзе, И. М. Янников, Т. Л. Зубко, Н. В. Козловская // Интеллектуальные системы в производстве. – 2006. – № 2(8). – С. 203–207.

УДК 634.0.907

Е. А. Борисова, аспирант

С. Б. Пономарёв, доктор медицинских наук, профессор  
Ижевский государственный технический университет

#### РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН

*Рассматривается проблема идентификации уровня допустимой рекреационной нагрузки на территорию, за пределами которой происходит истощение рекреационного потенциала экосистем. Создана математическая модель рекреационного потенциала растительности с учетом влияющих на него факторов.*

В условиях быстрого роста современных городов рекреация относится к процессам, которые являются необходимыми условиями нормальной человеческой жизнедеятельности. При этом непрерывно возрастающий процесс вовлечения все большего числа людей в циклы рекреационной деятельности обуславливает постоянное расширение территорий, необходимых для этого. Еще более быстрыми тем-

пами развивается процесс интенсификации использования этих территорий, что ведет к значительному повышению уровня воздействия рекреантов на природные комплексы. В связи с этим возникает проблема оптимизации рекреационных нагрузок на природные комплексы в целях предотвращения деградации природных комплексов и сохранения комфортных условий рекреационной деятельности.

При этом одной из проблем рекреационного лесопользования является правильное определение допустимой рекреационной нагрузки на единицу территории изучаемого объекта и рекреационной емкости соответствующей территории.

Рекреационная нагрузка является интегральным показателем рекреационного использования лесных экосистем, определяемым видом отдыха, количеством отдыхающих и временем их пребывания на единице площади. Рекреационная емкость оценивается как способность территории обеспечить некоторому количеству отдыхающих психофизиологический комфорт и возможность оздоровительной деятельности без деградации природной среды.

По мере рекреационного использования лесного массива наблюдаются следующие процессы: 1) уменьшается первоначальное фитоценотическое разнообразие; 2) вытаптывание, как наиболее сильный негативный фактор, ведет к нивелированию экологических различий в пределах территории; 3) под пологом леса формируется покров более или менее однородный в своей реакции на действие рекреационных нагрузок. Все эти процессы продолжаются до тех пор, пока не сформируются так называемые сообщества вытаптывания, способные существовать в новых условиях. Можно согласиться с мнением И. В. Эмсис [1], что с позиций рекреационного лесопользования указанному процессу нельзя давать только лишь негативную оценку, поскольку при этом формируются относительно устойчивые лесные сообщества, соответствующие их конкретному целевому назначению – быть местом отдыха населения.

На усиление рекреационных нагрузок древостой реагирует уменьшением прироста, снижением полноты и запаса, худшим развитием ассимилирующих органов. Уплотнение верхних горизонтов почвы и связанное с этим изменение почвенной среды подавляет жизнедеятельность активных корней и уменьшает их массу. Наблюдается ускоренное заражение корней сосны корневой губкой. Молодые древесные растения страдают от механических повреждений и уплотнения почвы. Кустарники обламываются, вырубаются. Угасает порослевая способность. Надеждина Е. С. [2] отмечала, что общее количество стволов взрослых деревьев мало зависит от рекреационной нагрузки, однако с увеличением нагрузок падает доля хвойных пород в насаждении, увеличивается процент механически поврежденных деревьев. Около тропинок отмечается перемещение сосущих корней деревьев в самые верхние слои почвы, где они подвергаются вытаптыванию.

Общая тенденция в изменении травяно-кустарничкового яруса состоит в постепенном олуговении леса. Перевес получают виды, обладающие большей толерантностью. Влияние рекреации сопровождается конвергенцией и ксерофитизацией растительности. Для оценки антропоустойчивости травяно-кустарничкового яруса может быть использована шкала, основанная на анализе реакции лесных травяных растений на уплотнение верхних горизонтов почвы, механические повреждения наземных побегов и их обрывание [3].

Таким образом, рекреационный потенциал растительности зависит от многих факторов, суммарное действие которых многоаспектно и слабо поддается декомпозиции. В этой связи представляет интерес построение модели, отражающей влияние

указанных выше воздействий в комплексе. Создание интегрального показателя, по величине которого можно было бы судить об общем рекреационном потенциале растительности, представляется при этом важной и актуальной задачей. Для построения такого показателя логично использовать методы математического моделирования.

**Цель работы.** Построение математической модели, позволяющей оценивать рекреационный потенциал растительности с учетом влияющих на него факторов.

На первом этапе исследования группе экспертов было предложено оценить вклад в сохранение рекреационного потенциала растительности следующих показателей: количество видов, процент многолетних видов, процент луговых и рудеральных видов. Рекреационный потенциал оценивался экспертами по пятибалльной системе. На основании полученных данных была составлена таблица, отражающая соответствие каждого из показателей качеству рекреационного потенциала. Далее была построена корреляционная матрица (построение производилось по 50 точкам), в результате чего были определены коэффициенты корреляции между функцией отклика (рекреационный потенциал) и входными аргументами, а также между самими аргументами. Далее методом пошаговой регрессии была построена модель вида

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \dots + b_nx_n.$$

Конечная формула учитывала такие показатели, как количество видов растений на участке 1 м<sup>2</sup>, а также отношение луговых и рудеральных видов и процент многолетних видов растений.

Эффективность предложенного метода была проверена нами на результатах замеров ряда контрольных точек природного парка «Шаркан» и национального парка «Нечкинский» (Удмуртская Республика). Результаты сравнения представлены в таблице.

**Результаты верификации эффективности индекса на опытной группе**

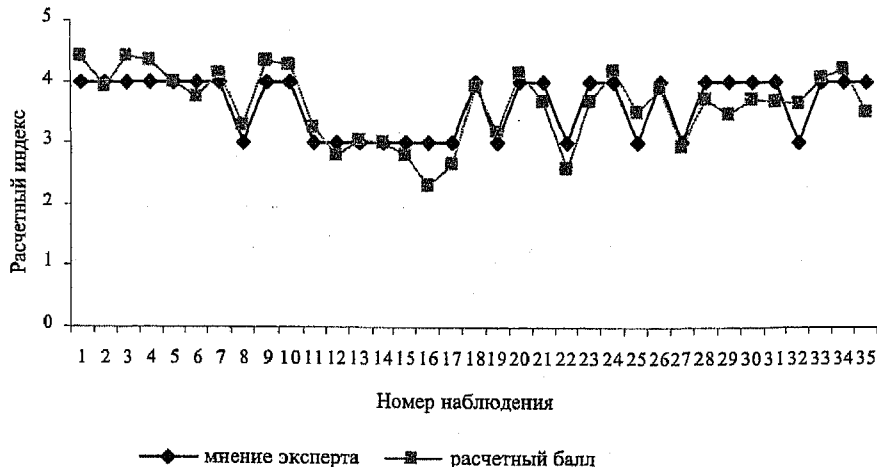
| №  | Анализируемый объект                | Расчетный индекс | Мнение эксперта |
|----|-------------------------------------|------------------|-----------------|
| 1  | На холме у д. Большой Белиб         | 4,41             | 4               |
| 2  | Холм у д. Пужьегурт                 | 3,9              | 4               |
| 3  | Подножье склона у д. Пужьегурт      | 4,405            | 4               |
| 4  | Лагерь экологов (2 года)            | 4,35             | 3               |
| 5  | Лагерь экологов (5 лет)             | 3,985            | 4               |
| 6  | Родник у Кар-Горы (1000 шагов)      | 3,735            | 4               |
| 7  | Контроль на холме у лагеря экологов | 4,11             | 4               |
| 8  | Тропа на холме у д. Пужьегурт       | 3,29             | 3               |
| 9  | Камские дали (вершина)              | 4,32             | 3               |
| 10 | Контроль у лагеря экологов          | 4,265            | 4               |
| 11 | Вершина Кар-Горы (тропа)            | 3,25             | 3               |
| 12 | Лесная часть Кар-Горы               | 2,8              | 3               |
| 13 | Лагерь волонтеров                   | 3,05             | 3               |
| 14 | Камские дали (спуск № 1)            | 3,02             | 3               |
| 15 | Камские дали (спуск № 2)            | 2,8              | 3               |
| 16 | Камские дали (спуск № 3)            | 2,32             | 3               |
| 17 | Камские дали (вершина склона № 1)   | 2,67             | 3               |
| 18 | Камские дали (вершина склона № 2)   | 3,93             | 4               |
| 19 | Камские дали (подножье склона)      | 3,165            | 3               |
| 20 | Камские дали (лес за базой отдыха)  | 4,11             | 4               |

Окончание табл.

| №  | Анализируемый объект             | Расчетный индекс | Мнение эксперта |
|----|----------------------------------|------------------|-----------------|
| 21 | Камские дали (опушка леса)       | 3,67             | 3               |
| 22 | Галевский спуск к Каме (вершина) | 2,59             | 3               |
| 23 | Галевский спуск к Каме (лес)     | 3,68             | 3               |
| 24 | Галевский спуск к Каме (склон)   | 4,15             | 4               |
| 25 | Подножье склона Галево           | 3,48             | 3               |
| 26 | Тропа ПП «Шаркан»                | 3,89             | 4               |
| 27 | Тропа НП «Нечкинский»            | 2,93             | 3               |
| 28 | Спуск к лодочной станции         | 3,7              | 4               |
| 29 | Змеиная гора (спуск № 1)         | 3,465            | 3               |
| 30 | Змеиная гора (спуск № 2)         | 3,695            | 4               |
| 31 | Змеиная гора (подножье № 1)      | 3,655            | 4               |
| 32 | Змеиная гора (подножье № 2)      | 3,62             | 4               |
| 33 | Змеиная гора (склон)             | 4,055            | 4               |
| 34 | Змеиная гора (лес)               | 4,195            | 4               |
| 35 | Змеиная гора (вершина № 1)       | 3,5              | 3               |

Коэффициент корреляции между мнением эксперта и предложенной методикой оценки рекреационного потенциала растительности составил 0,82 (сильная корреляционная связь).

Результаты визуализированы на графике. Как видно из графика, предложенная модель в целом соответствует мнению эксперта.



Соотношение значения индекса и мнения эксперта (проверочная группа)

По итогам исследований рекреационного использования территорий можно сделать следующие выводы:

1. В условиях интенсификации рекреационной деятельности наиболее значимым становится проблема определения допустимой рекреационной нагрузки и рекреационной емкости соответствующей территории.
2. По мере рекреационного использования территорий наблюдаются следующие деградационные процессы: уменьшается первоначальное фитоценоотическое

разнообразие лесного массива; становятся менее значимыми экологические различия в пределах территории; формируется покров более или менее однородный в своей реакции на действие рекреационных нагрузок. В итоге формируются «сообщества», способные существовать в новых условиях.

3. Созданная модель оценки рекреационного потенциала растительности показала высокую информативность на контрольной группе наблюдений, коэффициент корреляции  $r = 0,82$  при сравнении расчетных показателей и мнения эксперта.

#### Список литературы

1. Эмис, И. В. Опыт прикладного изучения лесов рекреационного назначения // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М. : Наука, 1990. – С. 15–23.
2. Надеждина, Е. С. Рекреационная дигрессия лесных биогеоценозов // Влияние массового туризма на биоценозы леса. – М. : Изд-во МГУ, 1978. – С. 35–44.
3. Рысин, Л. П. Методологические основы оптимизации рекреационного лесопользования // Оптимизация рекреационного лесопользования. – М. : Наука, 1990. – С. 6–15.

УДК 658.011.56

*В. А. Домбрачева, аспирант*

*А. Н. Домбрачев, кандидат технических наук, доцент*

*А. И. Коршунов, доктор технических наук, доцент*

*Ижевский государственный технический университет*

### ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ОБРАБОТКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕТАЛИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО

*В статье рассматривается математическое и информационное обеспечение САПР ТП «Оптима», описывается структура безразмерного усредненного показателя затрат, формирование множества вариантов реализации маршрутного технологического процесса изготовления деталей на основе алгоритма Форда–Фалкерсона, схемы бизнес-процессов технологической подготовки производства, а также структура базы данных.*

Как известно [1], технологическая операция – это часть технологического процесса, выполняемая над определенной деталью (или над совокупностью нескольких одновременно обрабатываемых деталей) одним рабочим (или определенной группой рабочих) непрерывно на одном рабочем месте. При изготовлении большинства деталей механическая обработка составляет около 42 % от общей трудоемкости их изготовления [2]. Под механической понимают обработку заготовки из различных материалов при помощи механического воздействия различной природы с целью создания по заданным формам и размерам детали [3].

Количество операций механической обработки для конкретной детали может составлять от нескольких единиц до десятков и даже сотен в рамках одного технологического процесса. При этом технологом, разрабатывающим конкретный технологический процесс, как правило, известно несколько различных операций, обеспечивающих обработку одной или нескольких поверхностей детали с заданной точностью и шероховатостью. Необходимо отметить, что каждая из таких операций характеризуется различной величиной затрат, что связано с различными прямыми