

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ТРАДИЦИОННЫХ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ

Шлей М. Д.

ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск, Россия, Республика Карелия (185001, Петрозаводск, пр. Ленина, 33), e-mail: shlei@petsu.ru

В статье представлено описание информационной системы, предназначенной для проведения историко-архитектурных исследований традиционных поселений Русского Севера. Описана структура системы, которая состоит из трех модулей: модуль распознавания построек на генеральном плане местности, модуль построения зон видимости исследуемых объектов, модуль расчета продолжительности инсоляции жилых построек. Для каждого модуля представлено описание его работы. Описан способ реализации математических моделей при помощи средств объектно-ориентированного программирования. Предложенная информационная система позволяет ускорить процесс проведения исследований и повысить точность получаемых результатов. Систему можно использовать для построения зон видимости существующих или проектируемых зданий городской застройки.

Ключевые слова: программная система, инсоляция, зоны видимости, распознавание образов, историко-архитектурный анализ.

INFORMATION SYSTEM FOR COMPUTING THE CHARACTERISTICS OF THE PLANNING STRUCTURE OF TRADITIONAL RURAL SETTLEMENTS

Shley M. D.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russian Federation, Republic of Karelia (185001, Petrozavodsk, Lenin avenue, 33), e-mail: shlei@petsu.ru

In this paper the result of the development of an information system aimed to conducting historical and architectural researches of traditional rural settlements of the Russian North is presented. The structure of the system is described. The system consists of three modules: the module of building recognition on the digital vector master plan of the settlement, the module of creating the visibility fields of the studied objects, the module of computing the insolation duration of residential buildings. For each of the modules the description of its work is presented. The method of implementing the mathematical models with help of the object-oriented programming aids is considered. The introduced system quickens the research process and improves the accuracy of received results. The system can be used to make the visibility fields for existing or planned buildings in the city.

Key words: program package, insolation, zone of visibility, pattern recognition, historical and architectural analysis.

Введение

При проведении историко-архитектурных исследований планировочной структуры традиционных сельских поселений, как правило, принято вручную рассчитывать множество объемно планировочных характеристик [1], что существенно замедляет процесс исследования и снижает его точность. Использование информационных технологий позволяет автоматизировать процесс расчета объемно планировочных характеристик, что существенно ускоряет их вычисление, повышает точность и увеличивает число рассматриваемых характеристик.

В данной статье представлен результат разработки информационной системы комплексного историко-архитектурного анализа поселений. Система позволяет проводить комплексные историко-архитектурные исследования для анализа степени учета структурообразующего

влияния солнца, водоемов или других объектов местности при организации застройки у разных народов.

Система состоит из трех программных модулей:

1. Модуль распознавания объектов сельских поселений на цифровом плане местности [2]. Данный модуль предназначен для обработки плана местности поселения и поиска на нем жилых построек, вспомогательных построек, линий дорог и заборов.
2. Модуль расчета продолжительности инсоляции внутреннего пространства жилых построек [4].
3. Модуль построения зон видимости объектов местности [5].

На рисунке 1 представлена диаграмма, описывающая структуру системы и потоки данных между модулями.

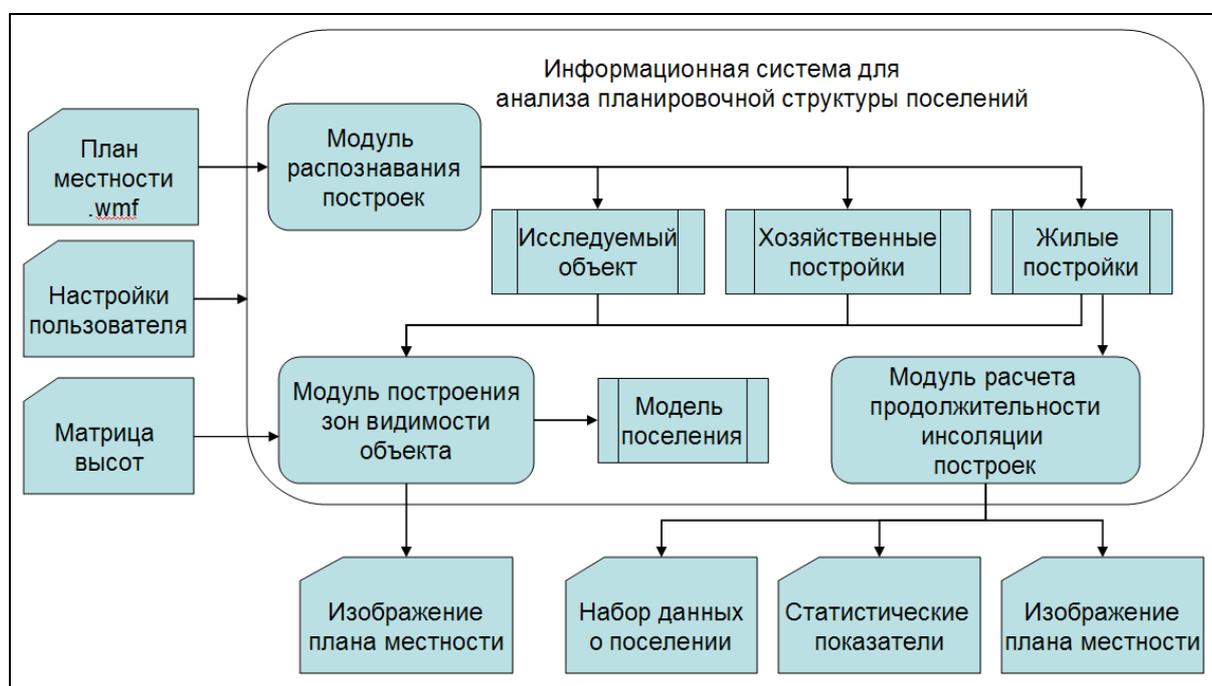


Рисунок 1. Структура системы

В качестве исходной информации для работы системы выступают:

- цифровой генеральный план местности, представленный в векторном формате WMF и подготовленный согласно требованиям [3];
- матрица высот для исследуемой территории;
- пользовательские настройки для алгоритмов расчета объемно-планировочных характеристик: информация о типах построек, средние размеры построек, месяц наблюдения, широта местности исследуемого поселения, параметры детализации зон видимости.

Система разработана в среде Microsoft Visual Studio. Для обработки цифрового плана местности и расчета необходимых характеристик разработан и реализован ряд

математических моделей, оперирующих конкретными количественными характеристиками, базирующимися на методах строительной физики, архитектурной светотехники, строительной климатологии, а также вычислительной геометрии и кластерного анализа. Основные результаты по разработке и исследованию данных моделей представлены в публикациях [2,4,5]. При реализации данных моделей в рассматриваемой информационной системе использовался объектно-ориентированный подход – каждая модель реализована в виде отдельного класса.

Реализация математических моделей в виде классов повышает уровень унификации разработки и пригодность для повторного использования готовых модулей в других программных продуктах. Кроме этого данный подход ускоряет процесс исследования реализованных математических моделей, поскольку существует возможность создавать несколько объектов с классом определенной модели для различных настроечных параметров и сравнивать в реальном времени результаты их работы.

Работа системы выглядит следующим образом. Пользователь загружает в систему исходные данные. После чего при помощи модуля распознавания построек на генеральном плане местности находятся постройки. Далее пользователь может выбрать исследуемый объект, для которого необходимо построить зоны видимости. Подготовленная в ходе работы первого модуля информация используется в качестве исходных данных для работы модуля построения зон видимости исследуемого объекта и модуля расчета продолжительности инсоляции построек.

Модуль распознавания объектов сельских поселений на цифровом плане местности

Данный модуль предназначен для обработки плана местности поселения и поиска на нем жилых построек, вспомогательных построек, линий дорог и заборов. На рисунке 2 представлен пример работы с данным модулем. В левой части формы представлен фрагмент плана местности, а в правой части формы расположены поля для указания параметров работы модели распознавания.

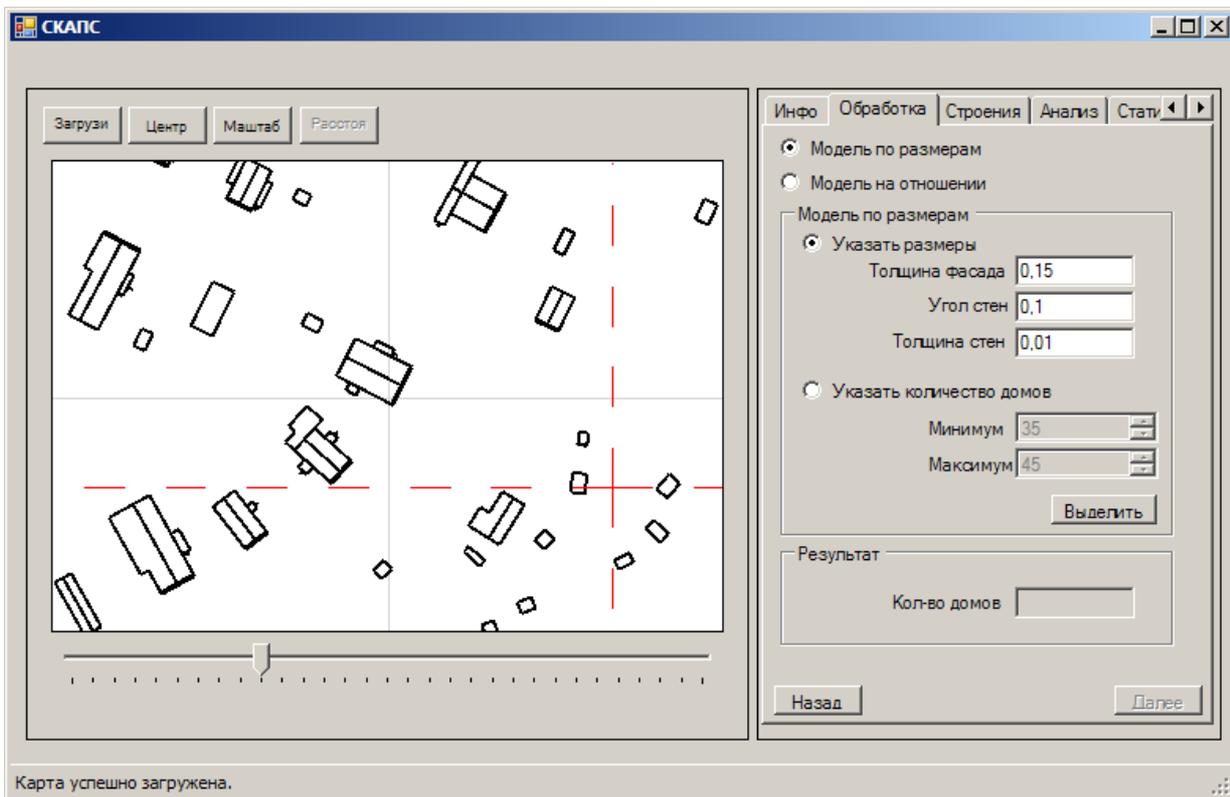


Рисунок 2. Экранная форма для работы с модулем распознавания объектов поселения на плане местности

Основа модуля – модель распознавания построек [2]. Данная модель реализована при помощи класса ModelGetBuilding.

Основные методы класса:

- Функция создания модели распознавания. Входные параметры: толщина обозначения главного фасада, погрешность угла, погрешность расстояния.
- Функция распознавания объектов. Входные параметры: массив отрезков $[A_i, B_i]$. При помощи данной функции реализована обработка генерального плана местности и выделение построек.
- Функция проверки принадлежности отрезка к строению. Входные параметры: отрезок $[C, D]$, набор отрезков, обозначающих постройку $[A_j, B_j]$.

$$F([C, D], [A_j, B_j]) = \begin{cases} 1, & \text{если } [C, D] \text{ пересекается с любым отр. из } [A_j, B_j] \\ & \text{и } \rho(C, R) < d \text{ и } \rho(D, R) < d, \forall \text{ точки } R \in [A_j, B_j], \\ & \text{где } \rho() - \text{расстояние между двумя точками.} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Модуль построения зон видимости объектов поселений

Данный модуль предназначен для определения оценки видимости структурообразующего элемента застройки (природного – водоем, искусственного – архитектурная доминанта), из различных точек поселения. Входные параметры: информация обо всех найденных на плане местности постройках, матрица высот для создания поверхности рельефа местности,

информация о структурообразующем элементе. Суть работы модуля заключается в создании трехмерной модели поселения по имеющимся данным об объектах поселения и рельефа местности, после чего выполняется функция расчета оценки видимости исследуемого объекта для различных точек наблюдения заданной территории. Далее для каждой точки наблюдения определяется степень видимости объекта (по q бальной шкале)

$$Vq_{i,j} = \left[\frac{(V_{i,j} - V_{\min}) \times q}{V_{\max} - V_{\min}} \right], \text{ для построения и вывода на экран зон видимости объектов.}$$

На рисунке 3 представлен результат определения зон видимости одной из построек традиционного сельского поселения Лахта. В радиусе 10 метров от исследуемого объекта оценка видимости не подсчитывалась (белая область вокруг обозначенного объекта) для ускорения алгоритма, поскольку для данной области информация о видимости не актуальна.

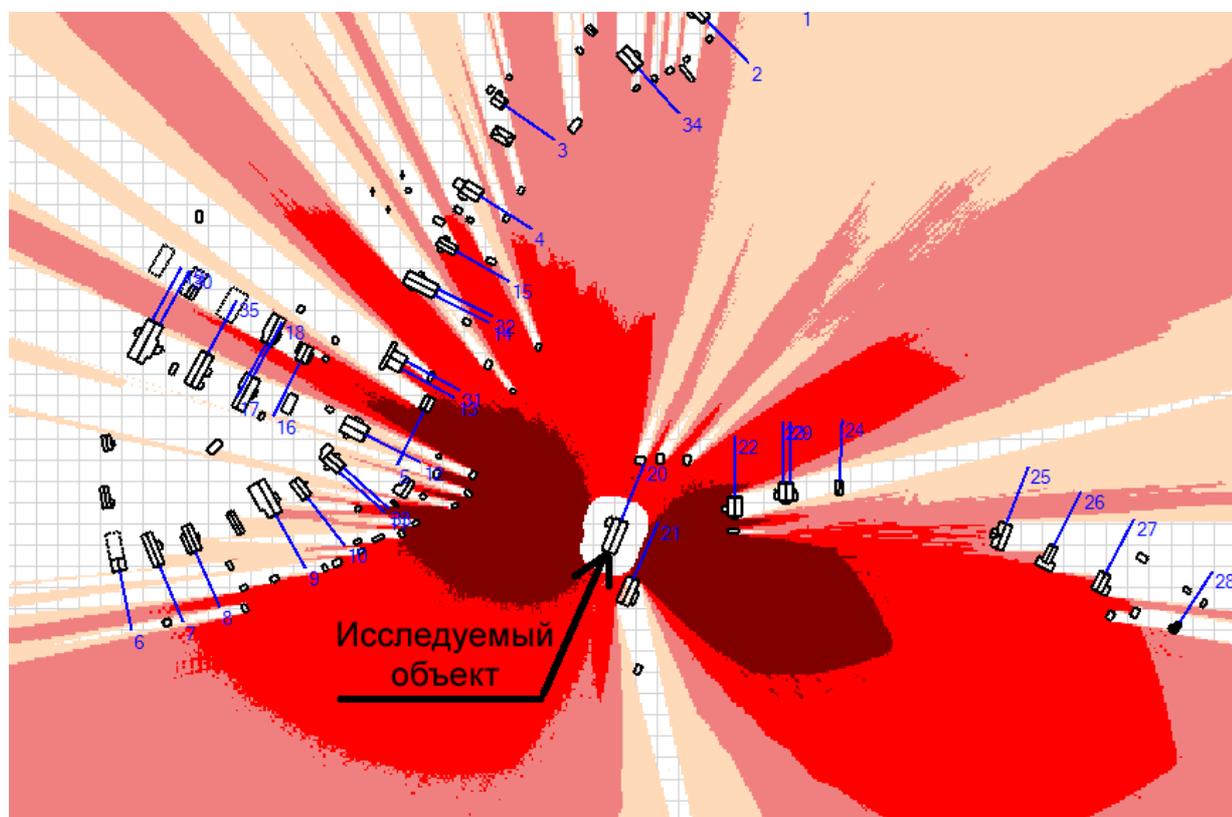


Рисунок 3. Изображение зон видимости одной из построек поселения

Основа модуля – модель построения зон видимости объектов местности [5]. Данная модель реализована при помощи класса ModelGetZoneVisib.

Основные методы класса:

- Функция создания модели поселения. Входные параметры: матрица высот местности, информация о постройках, информация о детализации карты зон видимости, информация об исследуемом объекте.

- Функция расчета оценки видимости треугольника из точки. Входные параметры: точка O , треугольник ABC .
- Функция построения зон видимости (реализуется при помощи четырех параллельных процедур).
- Функция оценки видимости исследуемого объекта из заданной точки. Входные параметры: точка O .

Апробация данного модуля на примере работы с многоэтажными зданиями показала, что предложенную модель можно использовать для построения зон видимости существующих или проектируемых зданий городской застройки.

Модуль расчета продолжительности инсоляции жилых построек

Данный модуль предназначен для расчета продолжительности инсоляции различных частей жилой постройки: входной стены, красного угла, жилого помещения через окна главного фасада. Входные параметры для данного модуля: информация о найденных постройках, месяц наблюдения и широта местности. На основании данной информации выполняется построение модели движения солнца относительно поселения (генерация солнечной карты). Далее для каждой найденной постройки определяется продолжительность освещения ее различных частей: внутреннего пространства, главного фасада, входной стены, красного угла.

На рисунке 4 приведен пример представления результатов по определению продолжительности инсоляции построек. В правой части экрана представлена таблица с детальной информацией об освещенности для каждого дома. В левой части пример совмещения построенной солнечной карты с планировочной структурой постройки.

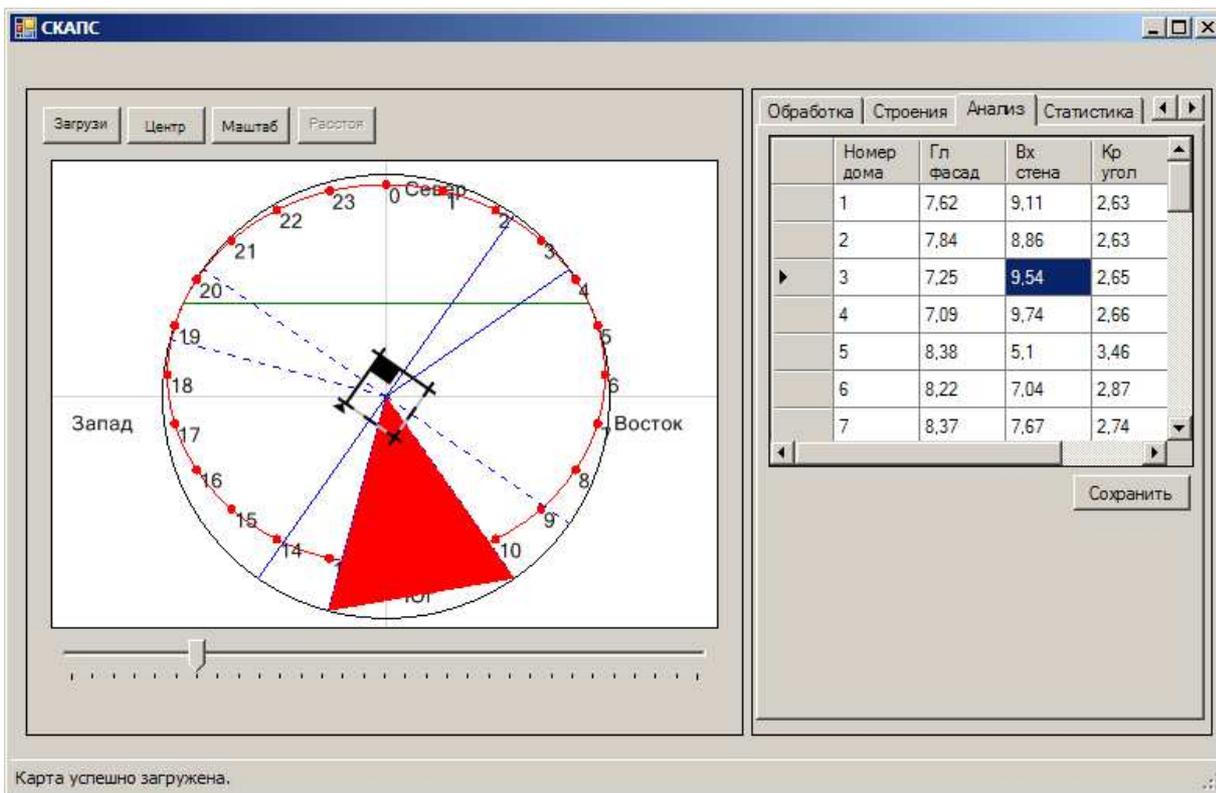


Рисунок 4. Пример совмещения солнечной карты с планировочной структурой постройки

После того как расчет продолжительности инсоляции будет выполнен для каждой постройки рассчитывается ряд статистических показателей, характеризующих продолжительность освещения (в часах и минутах) различных частей постройки для данного поселения (для каждой части постройки рассчитываются свои показатели):

- Среднее значение продолжительности инсоляции.
- Мода продолжительности инсоляции.
- Наиболее типичная продолжительность инсоляции.

После выполнения всех расчетов пользователь имеет возможность выгрузить полученные данные в отдельный файл (информация об инсоляции всех построек, статистические показатели) для более детального исследования при помощи прикладных программ для анализа данных.

Основа модуля – модель для определения продолжительности инсоляции построек [4]. Данная модель реализована при помощи класса ModelGetInsolation.

Основные методы класса:

- Функция создания модели движения солнца. Входные параметры: широта местности, месяц наблюдения.
- Определение продолжительности инсоляции для заданного угла. Входные параметры: вектора OL и OR , указывающие левую и правую границу угла видимости.

- Определение продолжительности инсоляции различных частей постройки. Входные параметры: набор отрезков, обозначающих постройку $[A_j, B_j]$.

Заключение

Апробация системы была выполнена на пятидесяти реальных планах сельских поселений. Проверка системы показала, что ее можно использовать для проведения комплексных историко-архитектурных исследований, для анализа степени учета структурообразующего влияния солнца и водоемов при организации застройки у разных народов на территории изучаемого региона – Русского Севера.

Работа выполняется при финансовой поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности.

Список литературы

1. Гуляев В. Ф. Объемно-пространственная структура сельских поселений середины XIX – начала XX в. и методика ее количественной оценки (на примере Российского севера): Дис... кандидата архитектуры. – Петрозаводск, 1990. – Т. I. – 148 с., приложения 46 с.; Т. II. – 88 с.
2. Шлей М. Д., Рогов А. А., Борисов А. Ю. Методы и алгоритмы распознавания объектов сельских поселений на цифровой карте // Математические методы распознавания образов (ММРО-15): материалы Всероссийской науч.-практ. конф. (11–17 сентября 2011 года). – М., 2011. – С.571-574.
3. Шлей М. Д. Методы оценки пространственных характеристик сельских поселений Карелии [Электронный ресурс] / М. Д. Шлей, А. Ю. Борисов // Электронные библиотеки. – 2010. – Т. 13, вып.2. – Режим доступа: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2010/part2/SB>.
4. Шлей М. Д., Борисов А. Ю. Разработка математической модели для расчета продолжительности инсоляции построек и ее компьютерная реализация // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2011. – № 6 (119) / ПетрГУ. – Петрозаводск, 2011. – С. 87-90.
5. Шлей М. Д. Применение компьютерных технологий для комплексного историко-архитектурного анализа планировочной структуры традиционных поселений Русского Севера [Текст] / М. Д. Шлей, А. Ю. Борисов, К. В. Матюшичев, А. А. Рогов // Информационные системы для научных исследований: Сборник научных статей. Труды

XV Всероссийской объединенной конференции "Интернет и современное общество". – Санкт-Петербург: ООО "МультиПроджектСистемСервис", 2012. – С.139-142.

Рецензенты:

Щеголева Людмила Владимировна, доктор технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой прикладной математики и кибернетики ФГБОУ ВПО ПетрГУ, г. Петрозаводск.

Печников Андрей Анатольевич, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Лаборатории телекоммуникационных систем Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН, г. Петрозаводск.