



- создания и редактирования легенд;
 - обмена информацией как между приложениями ГИС, так и возможности ее внедрения в другие прикладные программные продукты и т.д.

Сегодня, как считает А.М. Берлянт [5], автоматизированное создание и использование карт на основе ГИС и баз картографических данных должно рассматриваться, во-первых, как компонент общенаучной информационной инфраструктуры и, во-вторых, как фрагмент реализации национальной политики в области

Библиографический список

1. *Верещака Т.В., Добс А.Р.* Моделирование экологических ситуаций на базе карт экологических факторов// Геодезия и картография. 1998. №12. С. 20-28.
2. *Исаченко А.Г.* География в современном мире: Кн. для учителя. М.: Просвещение, 1998. 160 с.: ил.
3. *Жуков В.Т., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н.* Компьютерное геоэкологическое картографирование. М.: Научный мир, 1999. 128 с.

УДК 528.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

А.Н. Чумаченко, заведующий кафедрой геоморфологии и геоэкологии, доктор географических наук, профессор
О.И. Игонин, аспирант СГУ

СГУ, географический факультет

E-mail: chumach@sgu.ru;
 E-mail: igonin@sgu.ru

В статье исследуется возможность использования методов математико-картографического моделирования для изучения города. Приводится ряд практических примеров использования математико-картографического моделирования в целях пространственного описания и классификации природных, социально-экономических, медико-экологических и других явлений городской среды.

Using of mathematic-cartographical modelling methods during research of the urban environment

A.N. Chumachenko, O.I. Igonin

This article researches the ability to use mathematic-cartographical modelling methods during research of the city. There is a number of practical samples of using mathematic-cartographical modelling methods with a view to spatially describe and classify natural, socio-economic, medical-ecological and others urban environment phenomena.

Как известно, любая карта представляет собой строго определенную формализованную модель, построение которой производится по канонам математической картографии. Таким образом, изначально карты неразрывно связаны с

информатизации. Наличие точной и достоверной пространственной картографической информации обеспечивает преимущества во многих сферах, в том числе и в сфере экологии. Синтез экологической и информационной составляющих экологической географии и геоинформатики на базе цифровых и электронных карт, а также ГИС-технологий приводит к формированию *геоэкоинформатики* как нового интегрированного научного направления.

4. *Сербенюк С.Н.* Картография и геоинформатика - их взаимодействие / Под ред. В.А.Садовниченко. М.: Изд-во МГУ, 1990. 153 с.
5. *Берлянт А.М.* Геоинформационное картографирование. М.: МГУ, 1997. 64 с.



методами математического моделирования. Из многочисленных отдельных экспериментов по применению математических методов в тематической картографии в начале 70-х годов сформировалось новое направление - *математико-картографическое моделирование* (МКМ). Под математико-картографическим моделированием понимается органическая интеграция математических и картографических моделей в системе «создание-использование карт» для целей конструирования или анализа тематического содержания карт [1]. При этом роль карт может быть различна - они служат как для отображения результатов математической обработки какой-либо информации, так и сами могут являться источником информации для моделирования. Упомянутой информацией могут являться содержательные и пространственные характеристики, отображающие статическое или динамическое состояние представленных на картах объектов, явлений, процессов.

За годы внедрения в картографию методов математического моделирования для разных целей использовано огромное количество различных подходов, математических зависимостей, статистических обобщающих и т.п. Разобраться в этом многообразии достаточно сложно. Есть разные подходы к построению классификаций используемых в картографии математических моделей. Многие базируются на разработках, существующих в математике. Однако эти классификации не отражают географических аспектов моделирования, не могут явиться ключом к выбору моделей. Здесь гораздо более приемлемо выделение направлений моделирования, отвечающих тематике создаваемых географических карт. В соответствии с этим выделяются модели структуры, взаимосвязей и модели динамики с разбиением каждого типа на случаи моделирования пространственных и содержательных характеристик [2].

В последние годы интерес к поиску новых применений методов математико-картографического моделирования возрос, во-первых, в связи с возможностями, предоставляемыми современными компьютерными технологиями. Их использование позволяет за приемлемое время выполнять автоматизированную обработку и интерпретацию огромных массивов данных, получать самые разнообразные картографические материалы, удовлетворяющие требованиям по содержанию и точности. Во-вторых, расширяется круг объектов картографического изучения, а следовательно, и область возможного применения методов МКМ. Одним из таких объектов, причем информационно-насыщенным объектом, является городская среда [3].

Город всегда привлекал к себе пристальное внимание многих исследователей. В то же время, в силу самых разных причин, только в последние годы стали появляться серьезные картографические работы по изучению городской среды. И здесь, разумеется, существует широкое поле для внедрения имеющихся и для разработки новых подходов совместного использования картографических и математических моделей.

Широко представлены примеры составления моделей, показывающих различные стороны размещения точечных географических объектов города (сервисные точки, объекты индустрии отдыха и развлечений, образовательные учреждения, промышленные предприятия и т.д.). Предполагается последующее создание тематических карт, отображающих результаты расчетов концентрации явления, степени равномерности, транспортной доступности, «привлекательности», корреляции явлений и т.д. и т.п. В качестве примера приведем карту совместной

доступности двух ближайших общеобразовательных школ Саратова, отражающую не только обеспеченность школами различных районов города, но и возможности населения этих районов в выборе школы (рис. 1).

Достаточно широкое распространение в картографии получили *цифровые модели* (ЦМ) аппроксимации реальных (например, рельеф земной поверхности) и абстрактных (показатели загрязнения, экологические показатели и т.п.) географических полей. Под цифровой моделью геополя следует понимать его логико-математическое описание в цифровом виде, включая форму представления исходных данных, их взаимосвязи и структуру, а также метод восстановления «поверхности» по цифровым данным. Используемый формальный аппарат аппроксимаций весьма разнообразен: алгебраические, ортогональные и экспоненциальные приближающие функции, бикубические, тригонометрические, мультиквадриковые и другие аппроксимации.

Применение данных моделей позволило создать на территории Саратова большое количество карт производных от рельефа территории (углы наклона, экспозиция склонов, вертикальное и горизонтальное расчленение и т.п.), карт загрязнения снежного покрова, почв, грунтов и т.д. Совместное использование подобных моделей и дополнительных данных позволяет моделировать зависящие от упомянутых геополей явления окружающей среды. Укажем, к примеру, модели радиационных характеристик лесопарковой зоны Саратова (на примере лесопаркхоза «Кумысная поляна»). В качестве исходных данных использовались ЦМ экспозиции и углов наклона, замеры солнечной радиации в ключевой точке, данные о температуре и характере подстилающей поверхности. На базе упомянутых моделей и данных в ключевой точке была построена модель прихода прямой и рассеянной солнечной радиации, а в совокупности с остальными данными рассчитаны остаточное (коротковолновый баланс), эффективное излучение (длинноволновый баланс) и соответственно полный радиационный баланс (рис. 2) [4].

Большое внимание в последние годы уделяется задачам классификации географических комплексов. Используется большое количество алгоритмов, в основе которых лежат различные друг от друга способы разбиения исходного множества изучаемых объектов на подмножества. Способы группировки территориальных единиц с учетом комплекса показателей по цели их применения можно подразделить на две большие группы: ориентированные на моделирование оценочных и моделирование типологических характеристик.



Рис. 1. Совместная доступность двух ближайших общеобразовательных школ г. Саратова



В качестве примера рассмотрим возможность анализа онкологической заболеваемости с помощью методов классификации на примере Саратова, который вносит основной вклад в прирост количества онкологических больных Саратовской области. Для типологической и оценочной классификаций территории Саратова по заболеваемости злокачественными образованиями использовались данные городского онкологического диспансера - информация по заболевшим раком легкого (1596 человек), желудка (1180 человек), прямой кишки (394 человека), поджелудочной железы (339 человек), молочной железы (1080 человек), кожи (1722 человека) и тела матки (412 человек) за период 1991-1997 годов.

Территориальная привязка исходных данных производилась к так называемым урболандшафтным участкам. Это территориальные выделы относительно однородные по характеру и возрасту жилой застройки, расположенные в относительно схожих природно-ландшафтных и экологических условиях (например, малоэтажная ветхая застройка на склонах и днищах балок, среднеэтажная престижная застройка в районе набережной и т.д.) [5]. Анализ урболандшафтных участков свидетельствует не только о многообразии комбинаций показателей, характеризующих жилую среду, но и о возможности сведения их в типовые группы - таксоны. Причем принципы объединения, обобщения, градации факторов могут быть различными в зависимости от задач исследования.

Идеальной была бы ситуация, когда размеры урболандшафтных участков сопоставимы друг с другом, но в периферийных районах города они более крупные и более однородные по сравнению с центром. К сожалению, чрезвычайная пестрота застройки Саратова (особенно в исторической центральной части) не позволила во всех случаях учесть один из важных факторов выделения урболандшафтных участков - их сопоставимость как по площади территорий, так и, что особенно важно, по количеству населения в них проживающих. Это наложило свой отпечаток на процесс дальнейшего моделирования, внося ту же пестроту в его результаты. В любом случае принятая типология дает возможность исследовать городскую среду системно, формулируя для каждого урболандшафтного участка или их групп свой определенный круг задач, привязывать к характерным участкам природные, социальные и экономические исследования городской среды. В границах участков могут быть сведены воедино самые разнообразные нозологические, социально-экономические, демографические, санитарно-

гигиенические, экологические параметры с проведением их совместного анализа.

Моделирование производилось на основе двух разных алгоритмов классификации (в основу была положена модель «вроцлавской таксономии»). Первый (автоматическая классификация) при таком разбросе значений исходных показателей сильно сглаживает картину. Лишь незначительное число таксонов (прежде всего с максимальными показателями заболеваемости) можно однозначно отнести к определенному классу. В большинстве случаев границы между классами трудно провести однозначно. Размытость границ подтолкнула к использованию второго алгоритма - «нечеткой» классификации, основанного на методах теории нечетких множеств. Карта, содержание которой смоделировано при помощи алгоритма нечетких систем за счет переходных зон, дифференцирует общую картину, представленную картой на основе алгоритма автоматической классификации, где четко проявляются лишь небольшие участки с очень высокими показателями заболеваемости.

Первоначально обе классификации строились исходя из равного участия всех показателей в формировании таксонов. Однако, на наш взгляд, степень их значимости различна, что приводит к необходимости «взвешивания» исходных показателей.

Районы с очень высокой заболеваемостью приводят к некоторому смещению акцентов при анализе урболандшафтных участков на основе алгоритмов как автоматической, так и «нечеткой» классификаций. Так, например, понятие «очень хорошее состояние» на оценочных картах относительно, поскольку заболеваемость в данном таксоне равна, например, среднегородской.

В результате анализа заболеваемости населения раком в окончательном варианте при построении как оценочных, так и типологических карт было выделено 5 таксонов. Но если в случае использования алгоритма автоматической классификации таксоны жестко закреплены, то применение «нечеткой» классификации выделяет ядра, их ближние и дальние окрестности, а также зоны совместного влияния. Можно говорить о том, что в последнем случае ценой «размытия» границ достигается четкость выделения ядер. На этих картах достаточно отчетливо выделяются урболандшафтные участки со своей «специализацией», например, «высокая заболеваемость раком кожи, молочной железы и тела матки», «низкая заболеваемость раком желудка и легкого» и др. (рис. 3).

Объяснить территориальную локализацию участков с очень высокими показателями

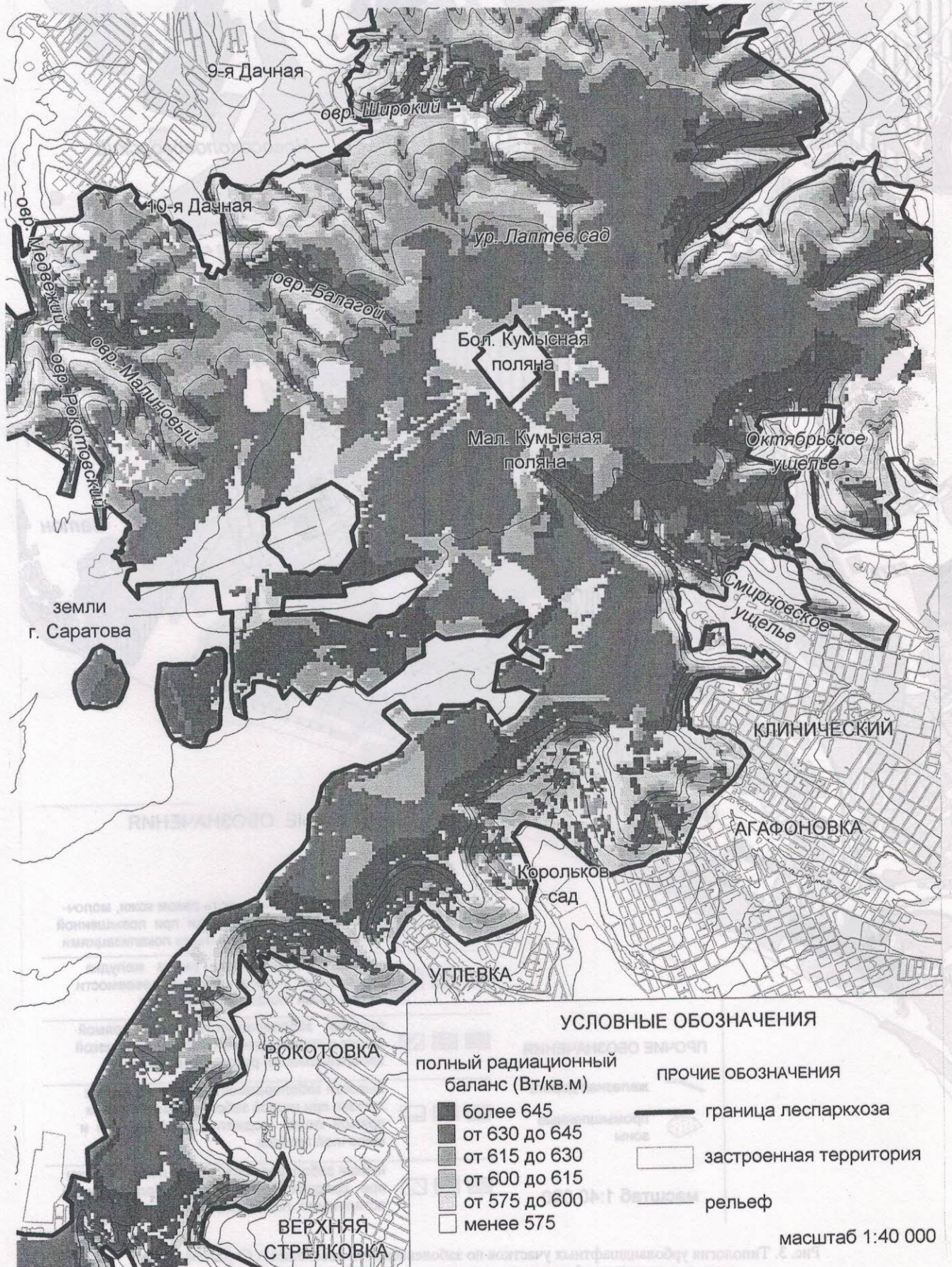


Рис. 2. Полный радиационный баланс территории леспаркхоза «Кумысная поляна» (истинный полдень 14. 07. 2000)

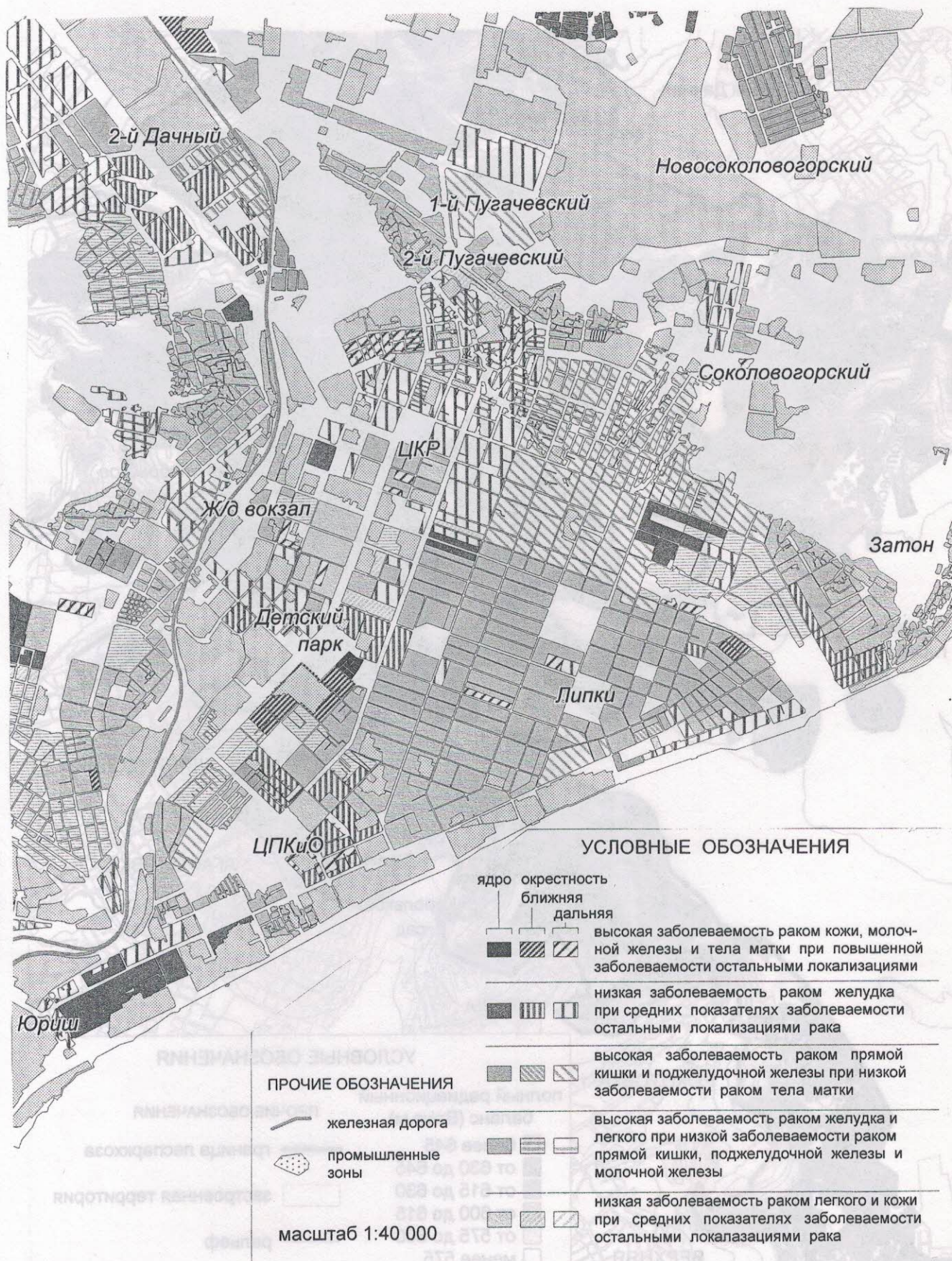


Рис. 3. Типология урбандошафтнх участков по заболеваемости населения г. Саратова раком основных локализаций на основе алгоритма «нечеткой» классификации



заболеваемости достаточно сложно. Они располагаются как в местах с высокой, так и с низкой концентрацией промышленных предприятий, как в экологически неблагоприятных, так и сравнительно благоприятных в этом отношении территориях. Можно заметить лишь, что большинство из этих участков - выделы с разновозрастной одноэтажной застройкой, часто низкокомфортной, с плохим инженерным обустройством, неудовлетворительными и малоудовлетворительными санитарно-гигиеническими условиями. Для более объективных выводов необходимы дополнительные исследования.

Библиографический список

1. Жуков В.Т., Сербенюк С.Н., Тикунов В.С. Математико-картографическое моделирование в географии. М.: Мысль, 1980. 224 с.
2. Тикунов В.С. Моделирование в картографии. Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1997. 405 с.
3. Жуков В.Т., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Компьютерное геоэкологическое картографирование. М.: Научный мир, 1999. 128 с.

УДК 551.4 (470.40)

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Ф. Салтыков, старший научный сотрудник
Г.Н. Жукова, ведущий инженер

Научно-исследовательский институт геологии СГУ

На основе пересмотра стратиграфии квартера и анализа форм рельефа создана новая схема геоморфологического районирования Пензенской области. Выделяются следующие геоморфологические элементы: денудационные равнины олигоцен-миоцен-(раннеплиоценового), позднелиоценового, раннеолигоценного (мучкапского) возраста, раннеолигоценного (донского) возраста и молодая полихронная денудационно-аккумулятивная равнина.

Geomorphologic provinces of Penza region

V.F. Saltykov, G.N. Zhukova

On the basis of review of the Quarterian stratigraphy and analysis of relief forms the new scheme of geomorphologic provinces was found. The following geomorphologic: denudation plains of Oligocene-Miocene-(early Pliocene), late Pliocene, early Pleistocene (Muchkapian) age, accumulative plains of late Eopleistocene, early Pleistocene (Donskian) age and young polychronous denudation-accumulative plain - were distinguished.

Современный рельеф является результатом совокупного взаимодействия эндо- и экзогенных процессов, протекавших в течение новейшего времени, начиная с олигоцена. Если неоген вошел в историю Русской равнины

влияния, использование в качестве исходных не только медицинских показателей, но и данных, характеризующих демографическую, социальную и экологическую ситуацию в городе.

Лишь комплексирование математико-картографических методов с другими подходами, экспертными оценками позволит эффективно использовать современные методы картографирования для изучения, оценки, анализа городской среды во всех ее проявлениях: природных, техногенных, социальных, экономических и т.д., а также, возможно, для прогнозирования и управления.

4. Игонин О.И. Применение ГИС-технологий при расчете радиационных характеристик наклонных поверхностей (на примере территории леспаркхоза «Кумысная поляна») // Геологи XXI века. Саратов: Изд-во СО ЕАГН, 2002. С. 316-320.

5. Конопацкова О.М., Макаров В.З., Чумаченко А.Н. Медико-экологический анализ распространения злокачественных опухолей кожи в Саратове / Под ред. Т.А.Кунцыной. Саратов: Изд-во Саратов.ун-та, 2000. 92 с.: ил.



главным образом как этап формирования ее современной морфоструктуры, то квартал с его глубокими колебаниями климата и развитием материковых оледенений считается веком формирования морфоскульптуры. Новейшие тектонические движения проявлялись неоднократно [1], тем самым способствуя восходящему или нисходящему типам геоморфологического развития территории, когда преобладали процессы то денудации, то аккумуляции.

В геоморфологии выделяются два основных типа создаваемых равнин - денудационные и аккумулятивные [2], отличающиеся набором стратиграфических подразделений и мощностями слагающих их неоген-четвертичных отложений. Именно поэтому геоморфологические критерии являются главными при районировании территории по типам разрезов неогена и квартера. С другой стороны, сочетание этих равнин создает ярусность рельефа, что является характерной чертой Среднего Поволжья.