Территориальное планирование экологических поселений с помощью карт пластики рельефа

Степанова В.И., Пикуленко О.В.***
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологического приборостроения
с опытным производством Российской академии наук
(ИБП РАН),
agroecology@inbox.ru

Stepanova V.I., Pikulenko O.V.
Federal state budgetary institution of science
Institute of biological instrument-making
with pilot production of the Russian Academy of Sciences
(UPS RAS),
agroecology@inbox.ru

Abstract. The article considers the application of cartographic method of plasity of relief for planning and management of the ecological farms. Research carried out on the lands of particular ecological settlement "Slavnoe" the Tula region. The result of the research was a series of environmental maps, recommending the most rational distribution of residential and water management facilities in the area.

В России стали стихийно появляться экопоселения – особый вид общественного ведения сельского хозяйства, который в России не имел аналогов. (нечто подобное в единичных примерах фиксировалось в зарубежной литературе). Одно из таких объединений экофермеров (НП «Славное») разместилось на землях Ясногорского района Тульской области в 20 км от Пущинского научного центра Российской академии наук, в котором имеется множество институтов, связанных с проблемами экологии. Это обстоятельство – близость экологического поселения к центру Российской экологической науки - позволило сотрудникам Лаборатории новых методов в биологии Института биологического приборостроения РАН заключить договор с НП «Славное» на выполнение работ по составлению некоторых карт экологического содержания на территорию НП «Славное».

Основной целью данного исследования явилось описание отдельных хозяйств по элементам рельефа. В общих чертах указывается самое главное в свойствах земель – на каком элементе рельефа расположены земли того или иного участка, какие площади они занимают в пределах повышений и понижений. Это обстоятельство (положение земель по элементам рельефа) имеет первостепенное значение для рационального ведения хозяйства – отличие почв повышений и понижений по водному и тепловому режимам помогает сориентироваться при выборе направления в ведении хозяйства: пашни, пастбища, лесные насаждения, животноводство, создание прудов для разведения рыбы.

Карта потоковых структур или пластики рельефа (рис.1) является основой предварительного территориального планирования, размещения жилых и хозяйственных построек, расположения колодцев а также почвенно-экологического и гидрологического прогнозов и соответствующих общих рекомендаций для рационального использования территории экологического поселения.

I. Метод составления карты пластики рельефа.

Карта составлена по горизонталям топографической основы М 1:10 000 методом пластики рельефа. Метод впервые предложен профессором И.Н. Степановым [1] и получил в наши дни широкое распространение. Суть его заключается в нахождении визуально или по компьютерной программе точек перегибов горизонталей, которые затем соединяются изолинией, названной морфоизографой. Морфоизографа по точкам нулевой плановой кривизны отделяет выпуклые элементы рельефа от вогнутых как показано на карте, представленной на рис. 1. Морфоизографа расслаивает земную поверхность на два уровня (плана) - передний и задний. Образуются так называемые фигура (выпуклости-потоки, они закрашены) и фон (подложка белого цвета). Таким образом, с помощью только одной изолинии (морфоизографы) производится дифференциация рельефа территории на выпуклости и вогнутости, что на традиционных картах не делается - они являются одноплановыми. Двуплановость, объемность наших карт делает их более наглядными и информативными в отличие от традиционных карт рельефа.

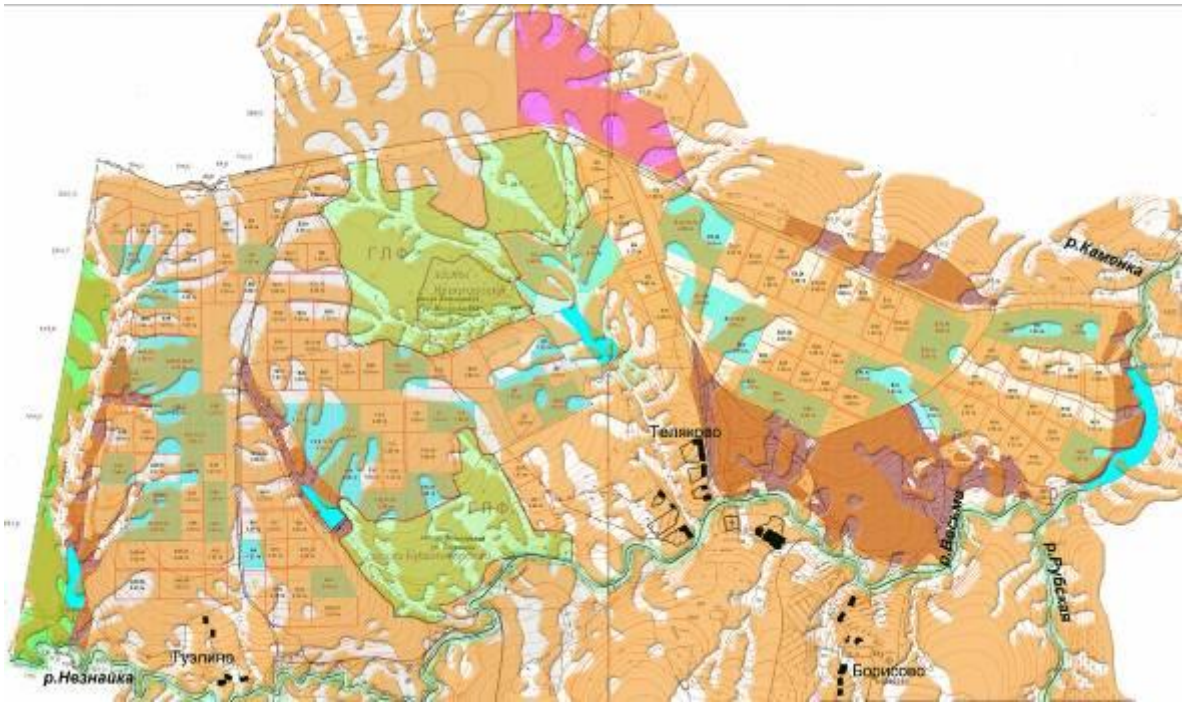

Рис. 1. Карта пластики рельефа (потоковых структур) территории НП «Славный» (см. прил. 1). М 1:10 000 (в 1 см 100 м). 2007 г. Потоки-повышения показаны коричневым цветом, белый фон – понижения. Сохранены горизонтали (без указания высот) и вся инфраструктура, которая имелась на топографической основе. Показаны земельные участки и их номера

На карте пластики рельефа можно дифференцировать территорию по высотам и показать различия в высотах цветом, что делает карту пластики рельефа легко читаемой. На карте сохранены горизонтали, которые показывают крутизну потоковых структур и фона и позволяют проверить достоверность выделенных нами границ потоков – морфоизограф (изолиний нулевой плановой кривизны).

Выпуклости названы потоками, так как они картографически отображают движение почвенно-геологической структурированной массы в поле земного тяготения. Основу потока составляют горные породы, в связи с чем в научную литературу он введён как литодинамический поток. Показанные на карте повышения являются лишь видимой частью потока – его вершиной, основная его часть («корни») расположена на глубине нескольких десятков метров.

II. Выбор места расположения жилых и хозяйственных построек

Деление на повышения и понижения помогает в определении места строительства жилых и хозяйственных построек (рис.2). Так жилой дом нами рекомендуется устанавливать в пределах области потоков-повышений, на более ровной, не крутой площадке. Если он не имеет квадратную форму, то должен быть ориентирован более длинной стороной параллельно потоку. Это позволяет геохимическим потокам «обтекать» дом. Ни в коем случае нельзя располагать строение на повышении и на понижении одновременно. Это грозит через несколько лет повреждением фундамента на месте границы между понижением и повышением и быстрым разрушением здания. Размещение дома в пределах понижений приведёт к подтоплению подвальных помещений, особенно в весенний и осенний периоды, когда дом будет находиться на пути передвижения талых и дождевых вод.

Анализ карты рис.2 показывает следующее: постройки, обозначенные №1, расположены неудачно, так как находятся на границе между повышением и понижением;

строение №2 расположено в неблагоприятном месте – в пределах карстовой полости;

№№3 и 5 обозначены места благоприятного расположения построек – в пределах повышения, вдоль него, на сравнительно ровном участке территории;площадка №4 является местом развития активного оползня;№6 – участок расположен неблагоприятно – в понижении, поперёк геохимических и водных потоков.

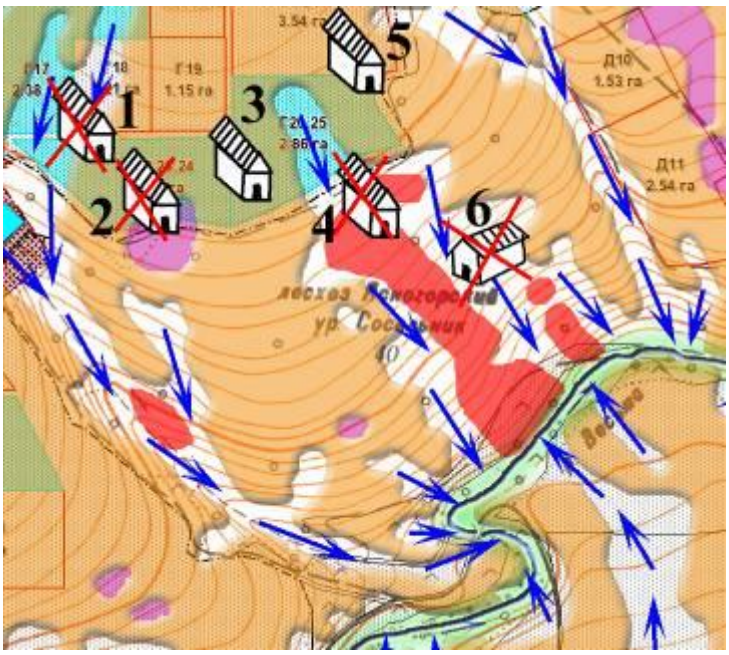

Рис. 2. Пример расположения построек в пределах потоковой структуры:
1,2,6 – неправильное; 3,5 – правильное.

Анализ поверхности территории и карт пластики рельефа позволил установить, что в пределах важных точек местности: начальных и бифуркационных точек литодинамических потоков не ведутся производственные работы, ведущие к загрязнению всей территории. Гидрологические объекты (колодцы, мелкие пруды) заложены согласно рекомендациям сотрудников Лаборатории новых методов в биологии и экологии Пущинского научного центра Российской Академии наук. Вся территория Общества состоит из малых хозяйств, площадью 1-5 га, что является нормой для ведения экологического земледелия. Незначительная площадь каждого КФХ позволила спланировать схему размещения хозяйств, согласно естественно-природных образований рельефа земной поверхности в виде литодинамических и геохимических потоков. Таким образом, хозяйства Общества органично вписываются в ландшафты территории, что позволяет рационально использовать земельные, водные и ландшафтные ресурсы. Это приведёт к восстановлению естественной структуры и плодородия почвенного покрова, сохранению и воспроизводству лесной растительности, сохранению благоприятного микроклимата территории.

III Решение гидроэкологических проблем территории.

Для решения гидроэкологической проблемы изучаемой территории нами составлена предварительная карта первого от поверхности водоносного горизонта, т. е. карта глубины вскрытия геологического слоя, насыщенного водой. Напомним, что воды различают по глубине их залегания на поверхностные, почвенные (глубина залегания 0,5-2 м), грунтовые (3-20 м), подземные (более 20 м). В данном случае рассматриваются грунтовые воды (первого от поверхности водоносного горизонта). Фрагмент карты грунтовых вод представлен на рис. 3.

Данная карта составлена в целях ориентировочного выявления некоторых закономерностей в распределении водных ресурсов территории. Карта показывает, что в целом грунтовые воды залегают на небольшой глубине – 3-9 м, что делает доступным ее получение без особых затруднений. Вода с экологической точки зрения чистая, пригодная для питья. Ее состав, на период исследований, подтвержден данными химических и бактериологических анализов. Установленный исходный первичный уровень состояния грунтовых вод позволит периодически, через определенный интервал времени (3-5 лет) точно фиксировать характер ее изменения под влиянием хозяйственной деятельности экопоселения.

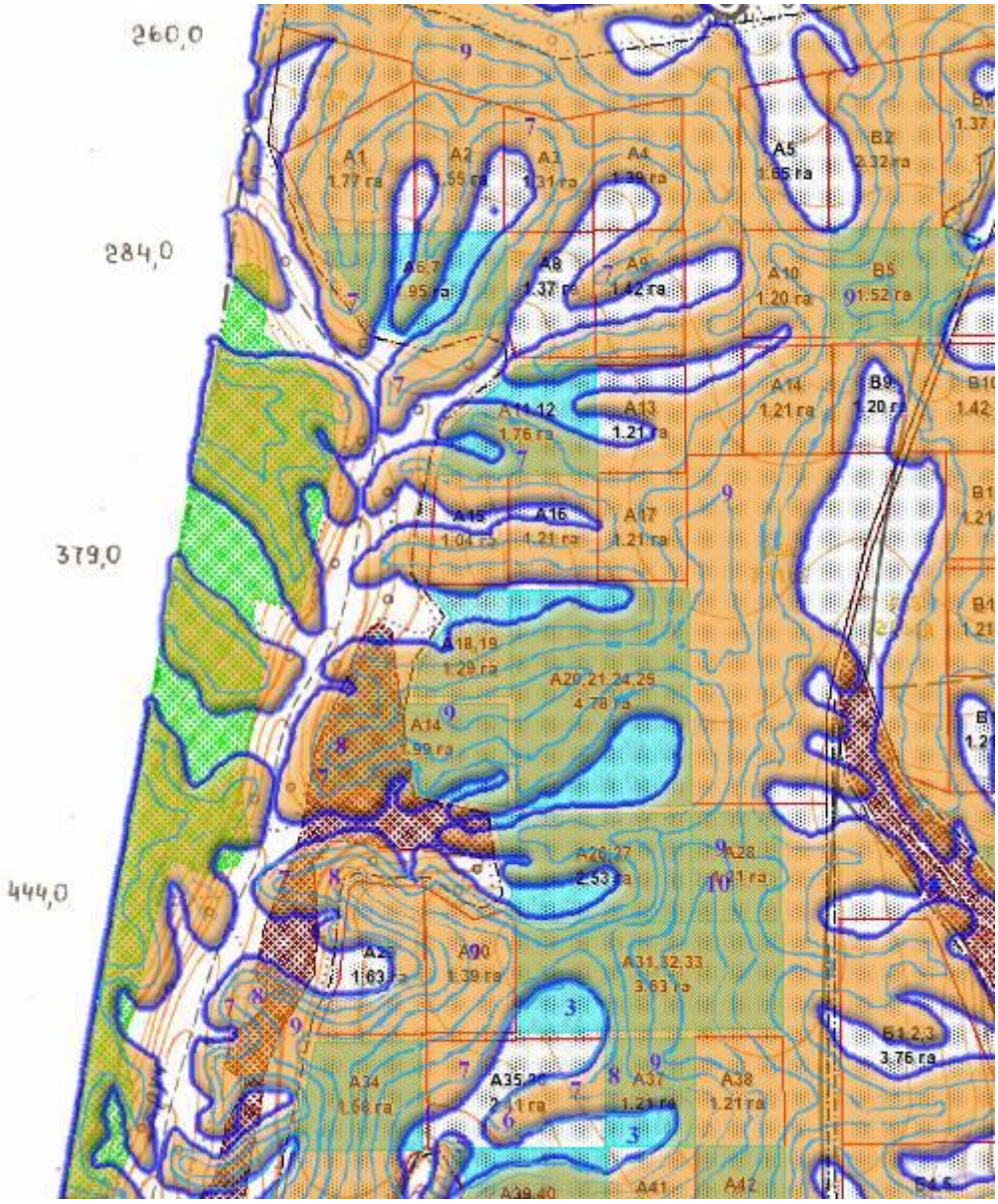

Рис. 3. Фрагмент карты грунтовых вод территории НП «Славный». М 1 10 000. Цифрами на гидроизогипсах показана глубина залегания первого от поверхности водоносного горизонта (в метрах)

Для первых лет ведения хозяйств, с учетом орошения земель, грунтовых вод будет достаточно. Но для дальнейшего прогноза необходимы сведения о планируемых орошаемых площадях, чтобы рассчитать расходы воды на полив и соотнести их с запасами водных ресурсов первого от поверхности водоносного горизонта. В случае больших расходов воды на бытовые нужды и на полив, придется провести изучение глубин залегания других (более глубоких) водоносных горизонтов, которые могут находиться на 20, 60, 80 м и более от земной поверхности и для их извлечения придется бурить дорогостоящие скважины. Поэтому следует более тщательно изучить современное состояние грунтовых вод, залегающих на небольшой глубине (3-9 м) с тем, чтобы сохранить их ресурсы и, главное, качество, столь необходимое для сохранения здоровья.

Особая естественная чистота грунтовых и подземных вод обусловлена тем, что источником их питания является Тульский угольный бассейн. Подземные воды ПН «Славный» очищаются угольными пластами.

Особое внимание при гидрогеологическом исследовании территории следует уделять расположению уборных и свалок мусора. Близкое залегание грунтовых вод и большие колебания водной поверхности, изменяющейся по сезонам года вплоть до полного заполнения колодца до нулевой отметки, заставляет обратить особое внимание на проблему возможного быстрого загрязнения грунтовых вод фекалиями, мусорными отходами, удобрениями и ядохимикатами.

На основе карты водоносного горизонта, нами были рекомендованы места заложения колодцев. Приведем идеализированную схему возможного (рекомендуемого в общих чертах) расположения колодцев. Из карты рис. 4 следует, что расположение колодцев №№1,2, 3 является благоприятным, так как они расположены в пределах повышений. Положение колодцев №4 и №5 менее благоприятное – качество воды

в колодце несколько ниже, но водный горизонт залегает неглубоко (режим его во многом зависит от осадков) и вода может использоваться для орошения участков.

Исследования на местности показали, что глубина колодцев от 9 до 5 м, качество воды высокое.

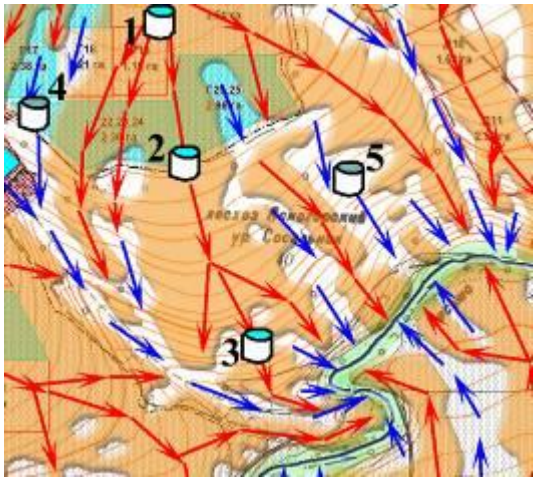

Рис. 4. Пример расположения колодцев в пределах потоковой структуры

Системность метода пластики рельефа означает, что отдельно расположенные возвышения в рельефе, долины и овраги формируют сеть взаимосвязанных друг с другом литодинамических потоков. Благодаря этому качеству возможно определение путей переноса геохимических веществ. Внесение на определённой территории в течение длительного времени удобрений через определённый промежуток времени проявится в нескольких километрах (или много дальше – в зависимости от интенсивности загрязнения, потоковых структур и многих других условий) в виде гибели отдельных с/х культур, заболевании деревьев и кустарников, людей. Понимание схемы потоковых структур как системы позволит рационально расположить объекты водохозяйственного назначения (пруды, колодцы).

Чрезмерная нагрузка на какой-либо из потоков приведёт к осушению его водосборной территории. Так расположение большого числа прудов в верхней части потока-повышения совместно с колодцами (кол.1, рис. 3), может привести к падению уровня воды в колодцах нижней части потока (кол.2 и кол. 3). Негативно может отразится на запасах воды в верхней части потока также и нерациональное использование водных ресурсов в нижней части потока (кол. 3) – использование насосов для орошения с/х угодий понизит уровень воды вышестоящих по потоку колодцев (кол. 2 и кол. 1). В этом случае следует иметь между соседями по потоку-повышению договорённость по использованию воды: в каких целях, в определённые дни и т.д. В этом случае преимущество не имеет ни одна из сторон, так как в верхней части потока вода чище, а в нижней части потока – она подходит ближе к поверхности, соответственно повышая влажность верхних горизонтов горных пород.

Запасы грунтовой воды на повышениях не такие большие, как в понижениях, но они чистые. Использовать их для полива надо осторожно, с большими перерывами, позволяя воде накапливаться в достаточных для полива объемах. Запасы грунтовой воды в понижениях более значительны, но в понижения стекают загрязнители с повышений, что делает эти воды мене пригодными для питья, хотя для орошения они пригодны и достаточны. Но изъятие этих вод в больших объемах может заметно понизить уровень воды в колодцах, расположенных на повышениях, и вообще изменить режим грунтовых вод всей территории экопоселения «Славный».

По данным Карты пластики рельефа нами была составлена карта распределения по поверхности водных геохимических потоков (рис 5). Эта карта в свою очередь послужила основой для создания прогнозной карты расположения наиболее вероятных областей подтопления, заболачивания и высокой концентрации геохимического вещества (рис. 6), а также прогнозной карты расположения противопожарных водоемов (рис.7).

Направление и величину стока определить не так просто визуально. Для этого понадобились тщательный анализ топографических карт и аэрокосмических снимков, а также полевые наблюдения. На этом основании на карте стока выделены выпуклые повышения – области дивергенции, расхождения стока, а также вогнутые понижения – области конвергенции, схождения стока. Чтобы не усложнять карту, синими стрелками показано направление стока только по понижениям. По толщине стрелок можно получить информацию о их положении в районе формирования стока, его транзита и аккумуляции.

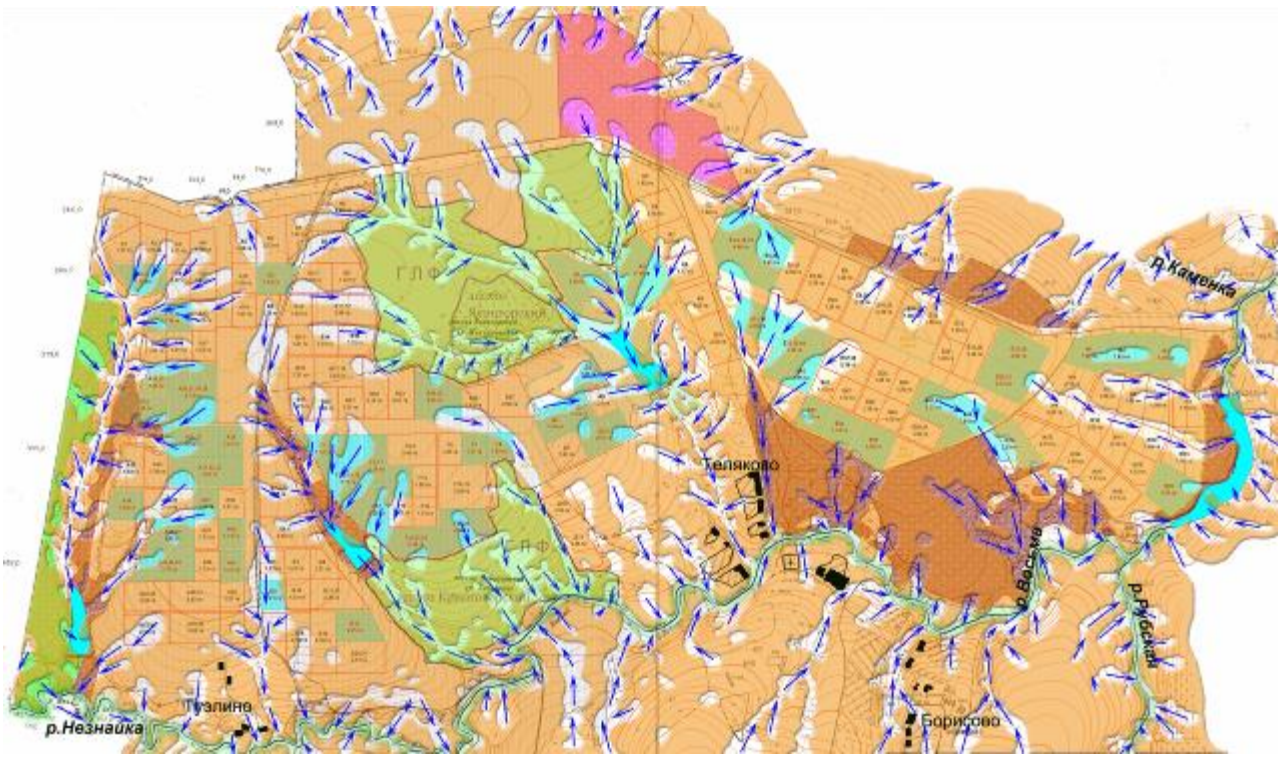

Рис. 5. Карта распределения по поверхности водных геохимических потоков (показаны векторами синего цвета). Стрелки указывают направление стока. Толщина стока показывает величину стока и его положение в районе формирования, транзита и аккумуляции. Знаки – места необходимого размещения стоковых площадок и гидрологических створов.

Каждый член экопоселения может по карте стока (рис.5) легко найти свой участок и прочесть данные по характеристикам стока: направление, область стока, величина стока. При получении лабораторных данных химических анализов можно показать сведения по характеристикам химических ингредиентов (pH, анионы, катионы, разные формы железа, плотный остаток и др.).

В природе существуют различные геохимические потоки. Наиболее активными эти процессы бывают во время таяния снежного покрова и весенне-осенних осадков. Часть вод фильтруется в почву, а часть продолжает движение вниз по поверхности склона. Совместно потоки этих вод образуют единый геохимический поток по понижениям.

Области, в пределах которых происходит пересечение двух и более водно-геохимических потоков, повышают влажность почв и подстилающих горных пород. Такие места называют геохимическими барьерами, так как в них накапливаются те или иные химические вещества. Чем больше бассейн поверхностного сноса водно-геохимического вещества, тем больше влажность и концентрация геохимических элементов. В связи с этим, в течение влажного периода года, отдельные участки испытывают заболачивание (рис. 6).

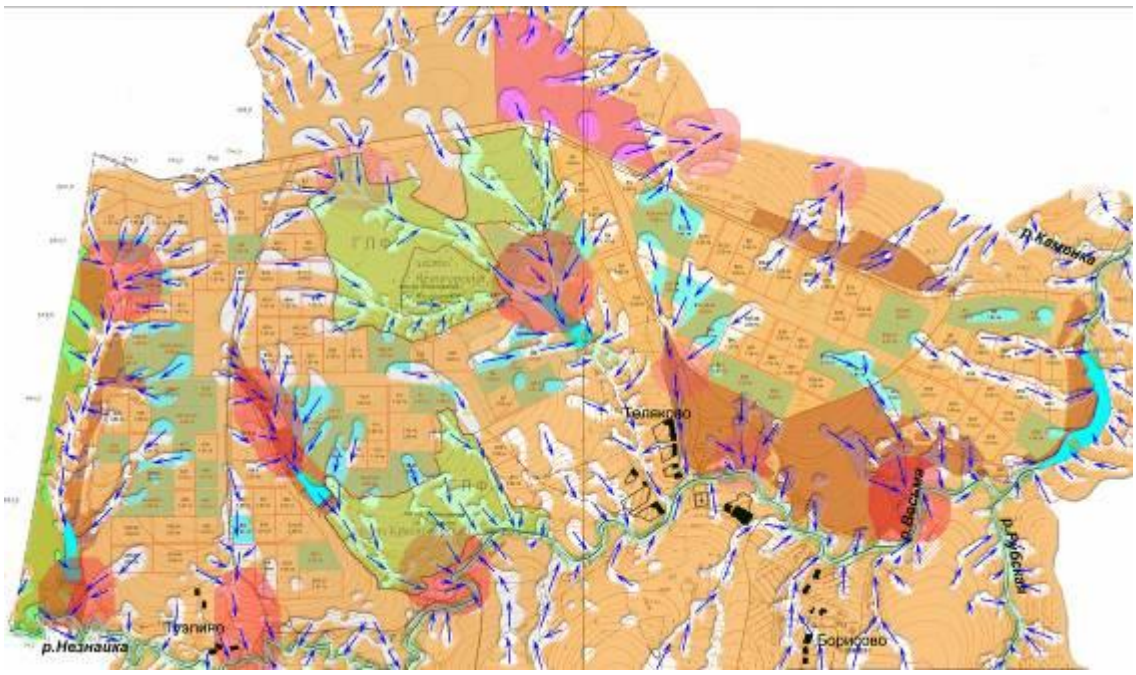

Рис. 6. Прогнозная карта расположения наиболее вероятных областей подтопления, заболачивания территории, высокой концентрации геохимического вещества (Прил. 4). Тёмно-розовым цветом показаны наибольшие по площади зоны, розовым – меньшие по площади, проявляющиеся в наиболее период года

Для выбора мест расположения искусственных противопожарных водоёмов использовались два важных критерия: места естественного водосбора большой площади и равномерное распределение данных гидросооружений. Местоположение водоёмов связно с участками наибольшего увлажнения территории, что даёт основание использовать воды поверхностного и подземного стока.

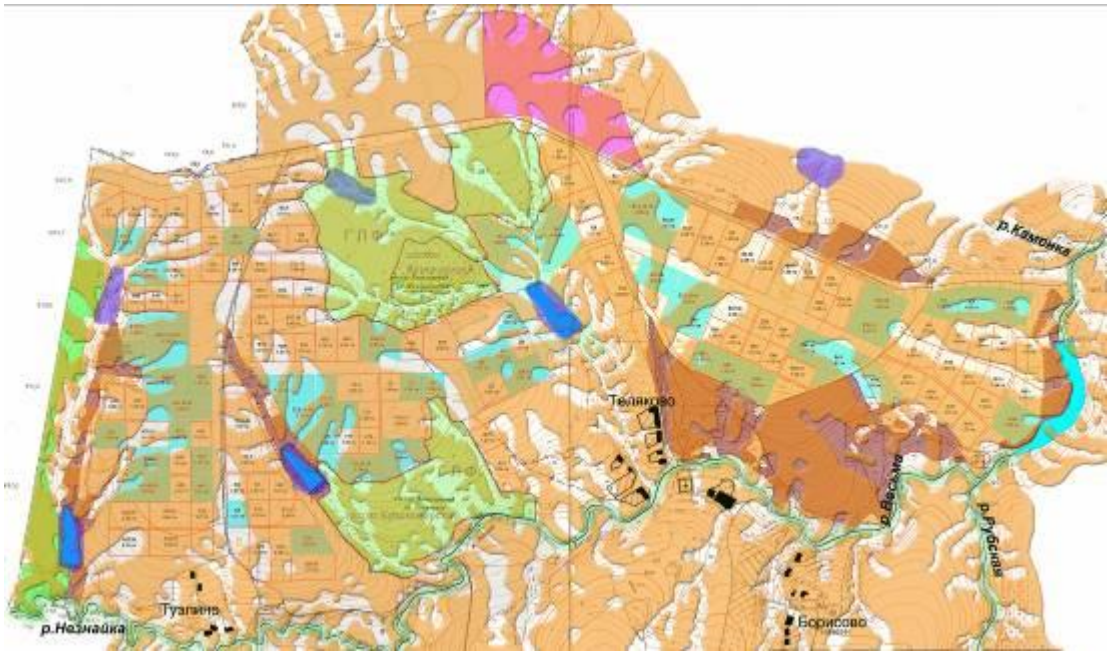

Рис. 7. Прогнозная карта расположения противопожарных водоёмов (показаны синим цветом) (Прил. 5)

Наиболее эффективным противопожарным мероприятием является создание коллекторно-дренажных водных систем двойного регулирования. Во время засушливого года, способствующего пожарам, следует закрывать заслонки регулирования стока в целях поднятия к земной поверхности уровня грунтовых вод.

Некоторые результаты, полученные по описанию карты пластики рельефа. Карта пластики рельефа имеет многоцелевое назначение. Она дифференцирует земную поверхность на повышения и понижения, образующие потоковую структуру в пределах которой происходит перемещение (смыв) горных пород,

геохимических веществ, удобрений, загрязняющих веществ. Почвы повышений менее увлажнены, чем почвы понижений, что приводит к необходимости дополнительных мероприятий по орошению или осушению, соответственно. Почвы соседних повышений и понижений заметно отличается по свойствам, особенно гидротермическим и геохимическим. В результате измерений уровня воды в колодцах выявлено, что на повышениях водоносный горизонт расположен несколько глубже, чем в понижениях. Грунтовые воды повышений чище. В верхних точках потока водный горизонт располагается на глубине 7-9 м, ниже по потоку – 4-6 м, в нижней точке крупных оврагов и на уровне уреза рек – выходит на поверхность в виде ключей. Следует отметить, что ни в коем случае нельзя допускать прокладку дороги даже по незначительным понижениям. Проселочные дороги должны проходить только по повышениям, что избавит от бесконечных и бесполезных ремонтных работ. Проводить подземные коммуникации, планировать размещение жилых и хозяйственных построек также следует с использованием карты пластики рельефа - избегая перепадов высот по повышениям и понижениям. Неправильное размещение приведет к быстрому износу кабеля и труб; разрушению жилых и хозяйственных построек.

Список литературы.

1. Степанов И.Н. Пространство и время в науке о почвах. М. Наука, 2003, 184 с.
2. Степанов И.Н. Теория пластики рельефа и новые тематические карты. М., Наука, 2006, 230 с.
3. Степанова В.И., Баранов И.П. Использование геоморфологического метода потоковых структур для прогноза месторождений нефти и газа./ Материалы XXXIII пленума Геоморфологической комиссии РАН; Саратов 2013 г. С 450-453.
4. Баранов И.П., Паниди Е.А., Степанова В.И., Трофимец Л.Н. Изучение вторичного перераспределения цезия-137 на пахотном склоне с использованием элементов морфометрического анализа рельефа./ Сборник статей XXXII Пленума Геоморфологической Комиссии РАН, Белгород, 2012. С. 157-162.
5. Степанова В.И. Использование геоморфологического метода потоковых структур в прецизионном земледелии// Сборник статей XXXII Пленума Геоморфологической Комиссии РАН, Белгород, 2012. С. 349-353.

Анализ региональных особенностей размещения населенных пунктов России методами пространственной статистики

Ю.В Тувалева, Т.Е. Самсонов
Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова
Россия, г.Москва, Ленинские горы, д.1

Y.Tuvaleva, T.Samsonov
Lomonosov Moscow State University
1 Leninskiye Gory str., Moscow, Russia.

Abstract.

The work is dedicated to description of Russian settlements patterns using spatial statistics. Spatial statistics is a powerful analysis method which reveals the properties of 2D point distributions. The methods differ from each other in issues to solve: for cluster analysis (Morishita index, create histogram), distribution characteristics estimation (the k-Morishita index, B-function, index lakunarity), clustering (k-means, ISODATA) and other. The capabilities of modern GIS programs for these methods are described. New instruments for calculation of k-Morishita index and B-function are programmed using Python language. Then all regions of Russia are analyzed to reveal the potential of spatial statistics in description of city distribution patterns and their differences. Results are used in compilation of the map "Regional specific features of human settlements location in Russia".

Использование методов анализа пространственных распределений точечных объектов является важной составной частью географических исследований, особенно социально-экономических: при анализе расположения населенных пунктов и его влияния на уровень развития страны или региона, а также при создании карт, в которых необходимо правильно отобразить распространение какого-либо показателя. Кроме того, данные методы нашли свое применение и в других отраслях науки: биологии, археологии, геологии и др.

В рамках работы:

- проанализированы и обобщены разработанные численные характеристики распределений точечных объектов и подходы к их оценке;