

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВПО «ВГУ»



Косинова И.И., Воробьева М.Г., Раскатова М.Г.

ПРАКТИКУМ
ПО МЕТОДАМ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



ВОРОНЕЖ 2015

Рекомендовано к публикации заседанием ученого совета геологического факультета. Протокол № 6 от 22.02.2015г.

УДК 504.55:574(075)

Косинова И.И. ПРАКТИКУМ ПО МЕТОДАМ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ / И.И. Косинова, М.Г. Воробьева, М.Г. Раскатова – Воронеж : Изд-во Воронежского университета, 2015. - 65 с.

Учебное пособие представляет собой комплекс задач. Соотнесение информации о состоянии почв, грунтов и растительности позволяют давать достоверные оценки эколого-геологических ситуаций. Часть задач объединяет методические подходы камеральной обработки информации по состоянию всех компонентов эколого-геологических систем.

Учебное пособие подготовлено на кафедре экологической геологии геологического факультета Воронежского государственного университета. Рекомендуется для бакалавров естественных специальностей, включая бакалавров геологических факультетов, изучающих практические аспекты определения влияния литосферы на состояние экосистем.

Р е ц е н з е н т : *Т.А. Барабошкина* кандидат геол.-минер. наук (с.н.с. кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ)

©Воронежский государственный университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИЙ	5
Задача 1. Оценка состояния почвенных отложений	6
Задача 2. Оценка состояния подземных вод	8
Задача 3. Анализ проявленности геофизических аномалий, обусловленных загрязнением литосферы	11
Задача 4. Оценка биогеохимических аномалий	12
ГЛАВА 2. ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ	15
Задача 6. Методика построения карты эколого-геологического районирования и эколого-геологическое заключение	16
Задача 7. Построение карты функционального зонирования	16
Задача 8. Построение синтетической карты оценки плотности техногенной нагрузки	19
Заключение	22
Литература	23
П Р И Л О Ж Е Н И Я	25
Приложение 1. Содержание тяжелых металлов в почвах	25
Приложение 2. Карты геохимического опробования	29
Приложение 3. Экологическая оценка состояния компонентов ЭГС	37
Приложение 4. Содержание микрокомпонентов в подземных водах	38
Приложение 5. Химический состав подземных вод горнодобывающего района	40
Приложение 6. Показатели магнитной восприимчивости и магнитной индукции	41
Приложение 7. Концентрации элементов в золе растений	43
Приложение 8. Карты участков г.Воронежа	44

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания являются основой практикума по методам эколого-геологических исследований. В них содержатся методологические приемы и фактические данные для обучения основам исследований геохимической геофизической экологической функций приповерхностной части литосферы. Приведенный фактический материал, используемый для картографических построений, касается только эколого-геологических систем, расположенных в пределах максимального воздействия техногенеза, т.е. на глубине первой сотни метров от поверхности. Учебное пособие обеспечивает методическую основу проведения практических занятий по методам эколого-геологических исследований для студентов геологических специальностей в рамках новых государственных стандартов, а также обеспечивает проведение ряда специальных дисциплин при подготовке специалистов иных геологических специальностей.

Приведенный в данном практикуме фактический материал базируется на аналитических материалах, полученных при исследовании территории Курской магнитной аномалии (КМА). Курская магнитная аномалия расположена в пределах Центрально-Черноземного региона — исторической сельскохозяйственной житницы России. Открытие на рубеже XIX и XX века прошлого тысячелетия в регионе крупнейшего в мире железорудного бассейна, по запасам не имеющего мировых аналогов, дало толчок стремительному развитию горно-добывающей отрасли [32].

В районе Курской магнитной аномалии богатые руды приурочены к зоне древнего выветривания железистых кварцитов и представлены мартитовыми и сидерит-мартитовыми рудами. Они залегают на железистых кварцитах в виде горизонтальных пластообразных и линзовидных залежей с вертикальной мощностью от 40 до 350 м.

На современном этапе промышленное освоение КМА идет как подземным — комбинат «КМА-руда», так и открытым способом: Лебединский, Стойленский и Михайловский ГОКи. Суммарная производительность рудников составляет около 65 млн. т. руды в год, а объем пород, складированных в отвал, ориентировочно достигает 100 млн. м³ техногенного грунта различного химического состава [20].

Отработка месторождений обуславливает ежедневный сброс только из трех действующих карьеров: Михайловского, Лебединского, Стойленского, достигших глубины отметки 300 м около 100 тыс. м³ дренажных вод на территории прилегающих областей (Орловская, Брянская, Сумская, Воронежская). В подземных водоносных горизонтах образовались депрессионные воронки [34]. В результате на рубеже второго и третьего тысячелетия в регионе имеется отрицательный баланс в водообеспечении населения ресурсами подземных и поверхностных вод централизованного питьевого назначения [26].

Карьерами КМА вскрыты коренные породы фундамента на площади 200 км², из сельскохозяйственного оборота изъято 100 тыс. га черноземов. В масштабах реального времени произошло сокращение ресурса геологического пространства для аграрной, селитебной и других видов деятельности [18]. Технологический цикл каждого ГОКа включает в себя горнодобывающие выработки (шахты, карьеры) с отвалами вскрышных пород и дробильно-обоганительные фабрики (ДОФ) с хвостохранилищами, гидроотвалами, значительно изменившими рельеф района.

Взрывы пластов железной руды, при использовании около 30 тыс. т взрывчатого вещества в год, функционирование дробильных мельниц, промышленных предприятий приводит к изменению сейсмических условий, активизации процессов техногенной эрозии, загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) почвенного по-

крова, гидросферы, биоты в радиусе до 20 км от источников выброса, инициируя динамику фона по тяжелым металлам и естественным радионуклидам (ЕРН).

Максимальная трансформация экогеосистем фиксируется в Губкинско-Старооскольском горно-промышленном районе. Это обусловлено концентрацией различных техногенных объектов: шахт комбината "КМА—руда", Лебединского и Стойленского карьеров, отвалов вскрышных пород, ДОФ, хвостохранилищ, Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК), завода железобетонных изделий, цементного завода, городов Старый Оскол и Губкин и их техносферы – на относительно небольшой площади – около 500 км².

Экологические проблемы в пределах региона особенно сильно обострились в последние 50 лет. Масштабы техногенного прессинга горнодобывающей и смежных отраслей на приповерхностную часть литосферы, гидросферы, атмосферы колоссальны. Идет формирование техногенных атмо-, лито-, сноу-, гидрогео-и биогеохимических аномалий (в фито- и зооценозах), фиксируется рост заболеваемости детского и взрослого населения.

Таким образом, изменение под влиянием техногенеза ресурсных, геодинамических, геохимических и геофизических параметров абиотических компонентов экогеосистем КМА, по правилу экологического бумеранга, провоцирует развитие патологии у биоты. В целом, интенсивная трансформация аномальных природных условий территории железорудного месторождения, под воздействием горнорудных предприятий усугубило экологическую ситуацию в целом.

Однако горно-добывающий комплекс КМА решает важные экономические и социально-геополитические задачи России, его эффективное функционирование позволяет обеспечивать минеральным сырьем не только металлургический комплекс Российской Федерации, но и предприятия ближнего и дальнего зарубежья.

ГЛАВА 1

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИЙ

В связи с тем, что в настоящее время происходит значительное преобразование компонентов природной среды под влиянием деятельности человека, работы по эколого-геологическим исследованиям различных территорий имеют большое значение. В процессе проведения таких исследований в обязательном порядке должна быть построена эколого-геологическая карта. Она должна содержать информацию о характере и уровнях загрязнения компонентов природно-геологической среды токсичными элементами и соединениями, о величине изменения гидрогеодинамических, гидрогеохимических, бактериологических показателей, характеризующих подземную гидросферу, степени пораженности территории современными экзогенными геологическими процессами и др. [2].

Эколого-геологическая карта является исходным материалом для разработки природоохранных рекомендаций, обоснования рационального природопользования и системы мониторинга природно-геологической среды, принятия решений по хозяйственным, социальным, медико-оздоровительным и другим вопросам на региональном уровне, обоснования более детальных эколого-геологических исследований.

Эколого-геологическая оценка проводится по участкам некоторых районов Курской магнитной аномалии

Задача 1

Оценка состояния почвенных отложений

Оценка состояния почвенных отложений проводится для выделения ореолов техногенного загрязнения и природных аномалий.

Исходным материалом являются данные лабораторных анализов, сведенные в таблицу (приложение 1), а также карты геохимического опробования масштаба 1: 25000, (приложение 2) района Курской магнитной аномалии. Работа выполняется в индивидуальном порядке, всего разработано 30 вариантов заданий.

Для оценки экологического состояния почвенного покрова создаются следующие комплексные карты:

а) Карта загрязнения почвенного покрова по величине СПК. Коэффициенты концентраций и СПК в почвах рассчитываются для тех элементов, для которых на настоящий момент не определены величины ПДК/ОДК.

СПК рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{СПК} = \sum K_k - (n - 1),$$

где K_k - коэффициент концентрации (отношение содержания элемента в объекте к фоновому содержанию этого элемента $K_k = C_i/C_{\text{ф}}$). Сумма вычисляется при условии $K_k \geq 1$; n - число аномальных элементов.

При работе в пределах Центрального Черноземья фоновые значения определяются по черноземам Курской области [9]. Так, фоновое содержание Pb составляет 16 мг/кг, Sn - 4 мг/кг, Cr - 82 мг/кг, V - 77 мг/кг, Mn - 596 мг/кг.

Техногенные аномалии имеют преимущественно полиэлементный состав. Для характеристики в каждой точке опробования должен быть рассчитан суммарный показатель концентраций (СПК), характеризующий суммарный эффект воздействия группы токсичных элементов на почвенный покров.

На карту геохимического опробования выносятся значения данного показателя по каждой конкретной пробе. Затем производится построение карты в изолиниях методом линейной интерполяции.

Для удобства выполнения работы рекомендуется строить карту на кальке, укрупнив ее масштаб в два - три раза [2].

Уровень эколого-геохимического загрязнения оценивается в соответствии со следующими градациями, представленными в табл.1 приложения 3.

б) Карта загрязнение почвенного покрова по величине СПЗ строится с учетом элементов, для которых разработаны величины ПДК/ОДК. Для отдельных химических элементов Минздравом СССР разработаны предельно допустимые концентрации и ориентировочно допустимые уровни, приведенные в табл. 1.1

Расчет значений суммарного показателя загрязнения производится по формуле:

$$\text{СПЗ} = \sum C_i/\text{ПДК (ОДУ)}_i.$$

Принцип и последовательность построения карты такого типа идентичен выше указанной. При разработке таких карт использовались следующие градации СПЗ: <1; 1–2,5; 2,5–5; 5–10; >10, что соответствует допустимому, умеренно опасному, опасному, высоко опасному и чрезвычайно опасному уровню загрязнения (приложение 3).

Таблица 1.1

Нормативы ПДК (ОДК) почв, мг/кг

Элемент	Класс опасности	ПДК вал	ПДК подв. формы	ОДК*		Элемент	Класс опасности	ПДК вал	ПДК подв. формы	ОДК*	
				Мин.	Макс.					Мин.	Макс.
Hg	1	2.1				Ni	2		4	20	80
Pb	1	32	6	32	130	Cu	2		3	33	130
Cd	1			0.5	2	Sn	2	4.5			
Zn	1		23	55	220	Sb	2	4.5			
As	1	2		2	10	Cr	2	90	6		
Co	2		5			Mn	3	1500	140		
						V	3	150			

* ОДК_{мин}-почвы песчаные и супесчаные

ОДК_{макс}-почвы суглинистые и глинистые близкие к нейтральным

Карта экологического состояния почвенного покрова строится путем зонирования территории с учетом изолиний: 1; 2,5; 5; 10. В результате на карте выделяются относительно удовлетворительная, напряженная, критическая, кризисная и катастрофическая обстановки, соответствующие допустимому, умеренно опасному, опасному, высоко опасному и чрезвычайно опасному уровню загрязнения.

в) **Карта поэлементной оценки загрязнения почвенных отложений элементом ведущего класса опасности - свинцом.** Построение карты производится по концентрациям свинца (Сi) согласно СП 11-102-97 свод правил по инженерным изысканиям для строительства [21]. Методом интерполяции выделяются зоны различной степени загрязнения экологических оценок степени загрязнения почв (таблица 1.2).

Таблица 1.2

Критерии поэлементной оценки степени загрязнения почв неорганическими веществами [21]

Содержание в почве (мг/кг)	Категория загрязнения почвы		
	1 кл.оп.	2 кл.оп.	3 кл.оп.
Класс опасности в-ва			
Более K_{\max}^{**}	Очень сильная	Очень сильная	Сильная
От ПДК до K_{\max}^{**}	Очень сильная	Сильная	Средняя
От 2 фонов до ПДК	Слабая	Слабая	Слабая

* при концентрациях веществ менее 2 фоновых значений – обстановка характеризуется как допустимая.

**значения K_{\max} берутся в соответствии с МУ 2.1.7.730-99.

Заключение по картам экологического состояния почвенного покрова отражает особенности распределения зон различной степени опасности по уровню суммарного загрязнения и загрязнения свинцом. Проводится описание выделенных зон с анализом возможных источников загрязнения.

Задача 2

Оценка состояния подземных вод

Оценка состояния эксплуатируемого водоносного горизонта является одной из важнейших задач при эколого-геохимических исследованиях. Она включает анализ состояния водоносного горизонта с позиций химического состава, гидродинамических особенностей, рассматриваемых в экологическом аспекте. В пределах техногенно перегруженных территорий подземные воды весьма уязвимы. Ухудшение их качества и истощение напрямую влияет на биосистемы. Поступление ингредиентов в виде растворов упрощает процесс их внедрения в жизнеобеспечивающие органы всех представителей экологической пирамиды: растений, животных и человека.

Для выполнения заданий по гидрогеохимической характеристике приведены данные по химическому составу подземных вод горнодобывающего района Курской магнитной аномалии. Основным, на территории района, является меловой водоносный комплекс. Водоносный горизонт альб-сеномана распространен повсеместно и используется для водоснабжения г. Ст. Оскол. Область питания находится за пределами Белгородской области на северо-востоке, общее направление потока на юго-запад, а в пределах изучаемого района поток подземных вод направлен к р. Оскол, где абс. отм. уровня снижаются до 115-120 м, на водоразделах абс. отм. составляют 150-160 м. Горизонт безнапорный, в районе карьеров сдренирован полностью. Мощность обводненных мелко- и среднезернистых песков выдержана по простиранию и колеблется в пределах 20-30 м. Верхним водопором служит невыдержанная по мощности «фосфоритовая плита», нижним – песчано-глинистые отложения нижнего мела и верхней юры. На водоразделах уровни подземных вод прослеживаются на глубинах 70-85 м, в долинах 5-8 м. Водоносный горизонт эксплуатируется всеми водозаборами г. Ст. Оскол в пределах железорудных месторождений, где частично загрязняется промстоками. В пределах города, как правило, загрязнение подземных вод альб-сеномана происходит по долине р. Оскол. По химическому составу воды гидрокарбонатные, кальциевые с минерализацией 0,3-0,5 г/л, часто встречаются (в районе карьеров) гидрокарбонатно-сульфатные воды [2].

а) Определение фоновых концентраций элементов в подземных водах методом гистограмм. Загрязнение подземных вод оценивается путем сравнения их фонового состояния с существующими геохимическими параметрами. Фоновое состояние формируется в соответствии с природными геолого-гидрогеологическими и ландшафтно-климатическими условиями. В процессе применения метода гистограмм в качестве фоновых концентраций принимаются наиболее распространенные, т. е. те значения параметров, которые наиболее часто встречаются в выборке. Они считаются типичными для изучаемой территории.

Гистограмма представляет собой метод графического отображения плотности распределения случайной величины $p(x)$. Она фиксирует вероятность попадания случайной величины x в заданный интервал. Гистограмма строится по выбранному для анализа компоненту. Практическая работа выполняется путем математической и графической обработки данных по химическому составу подземных вод горнодобывающего района. Выборка предварительно делится на группы с близкими значениями показателей. Например: от 0 до 100 мг/л, от 100 до 200 мг/л и т.п. Далее рассчитывается процент встречаемости каждой группы. Для этого рассчитывается процент встречаемости элемента в каждой группе относительно общего количества проб в выборке. Результаты расчетов отображаются в графической форме. Ведущая группа должна дополнительно дробиться для вы-

деления значений показателей, представленных максимально. Так распределение содержания нитратов в подземных водах горнодобывающего района отображены на рис.1.

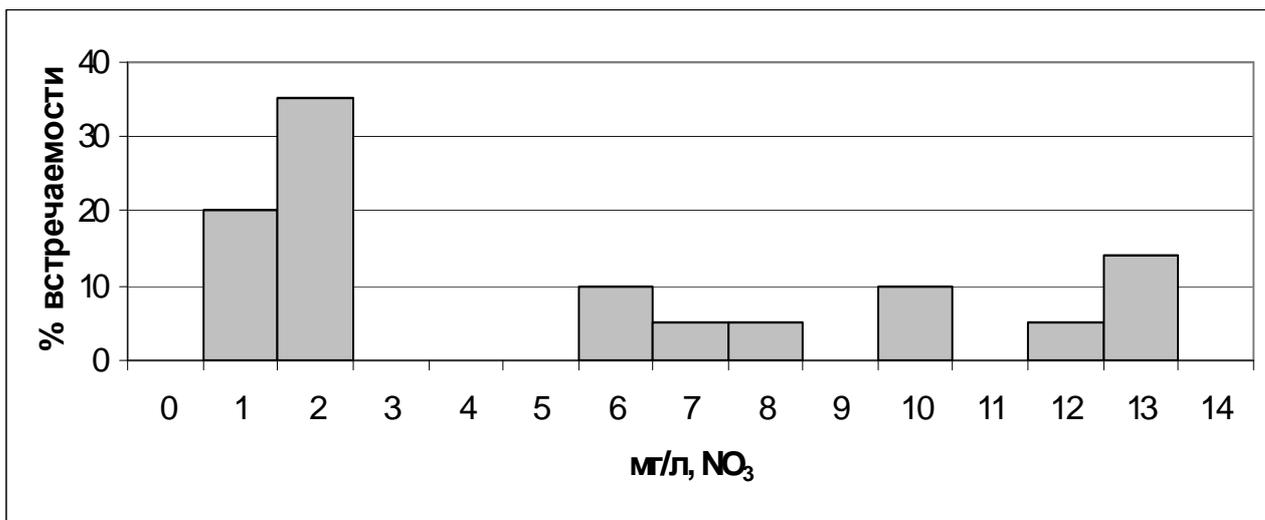


Рис. 1 Гистограмма концентраций нитратов в подземных водах исследуемого района.

Определен интервал максимально встречающихся концентраций данного компонента, который равен 1.5-2.5 мг/л. Данный интервал считается фоновым значением концентраций нитратов.

Для выполнения задачи представлены данные по химическому составу подземных вод горнодобывающего района Курской магнитной аномалии (табл. приложение 5).

Каждый студент получает по одному компоненту для расчета интервала фоновых значений методом построения гистограмм.

Анализ построенной гистограммы включает также оценку степени однородности подземных вод применительно к рассчитываемым компонентам. В приведенном примере распределения случайной величины сконцентрировано в узком диапазоне (от 0.5 до 1,5 и от 1,5 до 2,5 мг/л). Этот интервал характеризует статистический фон величины. В случае сложной гистограммы, характеризующейся несколькими максимумами, следует говорить об однородной выборке. Это свидетельствует о трансформации химического состава подземных вод исследуемого района и рассматриваемого компонента в частности. Причиной могут являться смешение вод, снеговое загрязнение, нарушение областей питания и разгрузки и т. п.

б) Оценка состояния подземных вод. Особенности химического состава альб-сеноманского водоносного горизонта и содержание в водах тяжелых металлов представлены в табл. приложение 4. Скважины, по которым проведены данные исследования, представлены на рис. приложение 2. В пределах рассматриваемого варианта работы необходимо рассчитать величину суммарного показателя загрязнения ($СПЗ = \sum C_i / ПДК_i$, ПДК химических элементов в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, централизованных систем питьевого водоснабжения [2] представлены в табл.1.3), Необходимо проанализировать химический состав подземных вод, обозначить степень их загрязнения и влияния на состояние экосистем в соответствии с градацией представленной в приложении 3.

По полученным результатам СПЗ производится построение карты эколого-гидрогеохимической оценки территории. Выделяются зоны, отличающиеся уровнем экологического состояния подземных вод в соответствии с приложением 3.

ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, централизованных систем питьевого водоснабжения.

№№ п/п	Элемент, соединение	Лимитирующий показатель вредности	ПДК, мг/л	Класс опасности
1	2	3	4	5
1	Алюминий	Санитарно-токсикологический	0,5	2
2	Барий	- " -	0,1	2
1	2	3	4	5
3	Бериллий	- " -	0,0002	1
4	Бор	- " -	0,5	2
5	Бром	- " -	0,2	2
6	Ванадий	- " -	0,1	3
7	Висмут	- " -	0,1	2
8	Вольфрам	- " -	0,05	2
9	Железо	Органолептический (цвет)	0,3	3
10	Кадмий	Санитарно-токсикологический	0,001	2
11	Кобальт	- " -	0,1	2
12	Кремний	- " -	10	2
13	Литий	- " -	0,03	2
14	Марганец	Органолептический (цвет)	0,1	3
15	Медь	Органолептический (привкус)	1,0	3
16	Молибден	Санитарно-токсикологический	0,25	2
17	Мышьяк	- " -	0,05	2
18	Натрий	- " -	200	2
19	Никель	- " -	0,1	3
20	Ниобий	- " -	0,01	2
21	Ртуть	- " -	0,0005	1
22	Свинец	- " -	0,03	2
23	Селен	- " -	0,01	2
24	Серебро	- " -	0,05	2
25	Стронций	- " -	7,0	2
26	Сурьма	- " -	0,05	2
27	Таллий	- " -	0,0001	1
28	Теллур	- " -	0,01	2
29	Титан	Общесанитарный	0,1	3
30	Фтор	Санитарно-токсикологический	1,5	2
31	Хром ³⁺	- " -	0,5	3
32	Хром ⁶⁺	- " -	0,05	3
33	Цинк	Общесанитарный	5,0	3
34	Нитраты (NO ₃)	Санитарно-токсикологический	45,0	3
35	Нитриты (NO ₂)	- " -	3,3	2
1	2	3	4	5
36	Сульфаты (SO ₄)	Органолептический (привкус)	500	4
37	Хлориды (Cl)	Органолептический (привкус)	350	4
38	Аммоний (NH ₄)	Санитарно-токсикологический	2,0	3
39	Жесткость общая		7 ммоль/л	
40	Окисляемость перманганатная		5,0	
41	Нефтепродукты		0,1	
42	СПАВ		0,5	
42	Сухой остаток		1000,0	4

Задача 3

Анализ проявленности геофизических аномалий, обусловленных загрязнением литосферы

Верхняя часть литосферы характеризуется проявлением многообразия энергетических полей. Геофизические и геохимические методы исследований – средство контроля за качеством среды обитания человека, поскольку с их помощью можно с высокой точностью и чувствительностью фиксировать напряженность и вариации физических полей любой природы, а также концентрации химических элементов, следить за изменением этих параметров в пространстве и во времени [12]. Особую роль данные методы приобретают при эколого-геофизических исследованиях техногенно перегруженных территорий. Экологическое воздействие геофизических полей проявляется:

- в их воздействии на природные и природно-технические экосистемы;
- в техногенном физическом загрязнении литосферы;
- в геопатагенезе.

Магнитное поле Земли в наибольшей степени зависит от строения и свойств литосферы. В энергетическом плане Земля представляет собой магнитный диполь, вокруг которого сформировано околоземное магнитное поле – магнитосфера. Открытая разработка железорудных месторождений является причиной образования электромагнитных аномалий. Они обусловлены наличием ферромагнитных минералов, которые аккумулированы непосредственно в теле месторождения и рассеяны в виде пыли в зоне его влияния. Радиус рассеяния достигает 75 км [12]. В случае, когда карьер располагается в зоне движения трансконтинентальных атмосферных потоков, радиус его воздействия может достигать несколько тысяч километров. Ферромагнитная пыль, выбрасываемая при буровзрывных работах, формирует техногенные магнитные аномалии. Литосфера в подобном случае является, с одной стороны, носителем дополнительного магнитного потенциала, а с другой стороны, передатчиком этой энергии экосистемам. *Экологический отклик последних формируется постепенно и отражает синтетическую природу комплекса техногенных воздействий.*

а) Расчет показателей магнитной восприимчивости. При эколого-геофизических исследованиях песчано-глинистых грунтов в пределах ЭГС горнодобывающего класса наиболее эффективным является показатель магнитной восприимчивости - χ (каппа). В зависимости от степени глинистости пород магнитная восприимчивость незагрязненных грунтов изменяется от $1 \cdot 10^{-5}$ до $300 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Магнитная восприимчивость загрязненных грунтов зависит от содержания железа и изменяется в диапазоне от $1000 \cdot 10^{-3}$ до $10000 \cdot 10^{-3}$ ед. СИ. Присутствие кобальта, свинца и других ферромагнитных металлов не будет сказываться на изменении магнитных характеристик грунтов. В табл. 1 приложения 6 предлагаются значения магнитной восприимчивости грунтов для различных вариантов работ. Манифестным индикатором экологического загрязнения для энергетических видов воздействия является предельно-допустимая доза (ПДД). Данный показатель по своей экологической функции близок понятию предельно-допустимых концентраций (ПДК) при геохимических исследованиях. *Перечисленные показатели фиксируют максимальное количество вещества либо энергии, которое в течение неограниченного времени воздействия формируют начальные реакции дискомфорта в экосистемах.* Подобные реакции могут вызываться на уровне легких аллургических проявлений, незначительном нарушении жизненных циклов и т.д.

При отсутствии значений ПДК и ПДД используют фоновые значения. Для исследуемой территории (некоторые участки КМА) **фон по магнитной восприимчивости составляет $170 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ**. По каждому варианту следует провести расчет коэффициента превышения χ по формуле:

$$K_{\chi} = \chi_1 / \chi_2,$$

где χ_1 – магнитная восприимчивость в исследуемой пробе (ед. СИ); χ_2 – фоновые значения магнитной восприимчивости (ед. СИ).

б) Расчет величины магнитной индукции. Дополнительная информация по изменению геофизической экологической функции геологической среды горнодобывающего района может быть получена по величине магнитной индукции (табл. 2 приложение 6), представленной для 30 вариантов работ. В качестве **фоновых значений здесь используется величина магнитной индукции равная $2,7 \cdot 10^3$ нТл**.

По полученным результатам производится построение эколого-геофизической карты. **При зонировании** учитывается, что превышение фоновых значений в 2 раза свидетельствует о состоянии экологического риска, в 3-10 раз – экологического кризиса, более 10 раз – экологического бедствия.

В качестве выводов по эколого-геофизической оценке территории следует обозначить причины и степень трансформации геофизических полей.

Задача 4

Оценка биогеохимических аномалий

Длительный по времени выброс тяжелых металлов, осуществляемый при буровзрывных работах, приводит к насыщению почвенного покрова рядом токсичных элементов. Их вовлечение в трофические цепи различного уровня приводит к формированию биогеохимических аномалий. Интенсивность их проявления рассчитывается по комплексу показателей.

Тяжелые металлы играют очень важную роль в организме человека. 10 элементов, относящихся к этой группе, являются микроэлементами (Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Mo, V, Ni, Cr, Sn). Если же тяжелые металлы поступают в организм человека в избыточном количестве, то могут накапливаться и оказывать токсическое воздействие. Токсическое воздействие тяжелых металлов преимущественно, оказывается, по конкурентному механизму с другими металлами. Содержание большинства тяжелых металлов в организме человека зависит от скорости их поступления, но для некоторых металлов существуют гомеостатические механизмы, регулирующие их концентрацию.

Тяжелые металлы могут проникать в организм человека через легкие, слизистые оболочки, кожу, желудочно-кишечный тракт. Скорость поступления зависит от физико-химических свойств указанных веществ, а также от условий внутренней среды организма. Изменение внутренней среды организма под влиянием тяжелых металлов могут изменять характер их накопления. Воздействие тяжелых металлов может выражаться в варьировании ферментативных процессов, накоплении продуктов обмена, нарушению окислительно-восстановительных процессов и энергетики клетки, и изменению pH, а следовательно проницаемости клеточных мембран и процессов перемещения элементов в организме.

В желудочно-кишечном тракте благодаря большому разнообразию условий тяжелые металлы могут образовывать большое количество различных соединений. В большинстве своем тяжелые металлы плохо всасываются в желудочно-

кишечном тракте (величина всасывания от 2-3 до 10-15%), но Mo, Co, Zn всасываются в количестве 40-85%, органические соединения Hg всасываются почти полностью.

Ванадий выявлен в костной ткани, почках, печени. Почки наиболее подвержены влиянию этого металла, так как изменения, вызванные ванадием в них, не восстанавливаются. Хром выявлен практически во всех органах, но головной мозг и мышечная ткань не проявляют высокой сорбционной способности по отношению к нему. Хром является канцерогеном. Также он отрицательно влияет на репродуктивную систему. Молибден выводится из организма достаточно быстро, но относительно долго задерживается в печени, почках и костях. Большие дозы молибдена нарушают процессы вывода меди из организма. Вольфрам отрицательно влияет на ферменты. Это связано с тем, что он конкурирует с молибденом за активные центры ферментов, что приводит иногда к потере активности последних. Марганец накапливается в печени, почках, поджелудочной железе, кишечнике. Оказывает токсическое воздействие преимущественно на центральную нервную систему. В тканях кобальт в значительной мере накапливается в костном мозге, и вызывает нарушение синтеза гемоглобина в печени, и полицитемию. Никель в значительной мере откладывается в почках, головном мозге, во всех внутренних органах и эндокринных железах. Медь при избыточном поступлении вызывает серьезные нарушения обмена веществ. Цинк накапливается в предстательной железе, мышцах. Кадмий аккумулируется в почках и отрицательно влияет на сердце, также, возможно, проявляет мутагенные свойства. Ртуть накапливается в почках, но в значительных количествах может проникать в головной мозг, вызывая нарушения в работе этого органа. Свинец обнаруживается в костях, коже, крови, печени, почках, мышцах, легких. Этот металл отрицательно влияет на ферменты.

Биохимические критерии отражают степень концентрирования различных веществ и соединений в элементах биосистем. Исходным материалом для определения интенсивности биогеохимических аномалий являются данные лабораторных анализов, сведенные в таблицы (приложение 7, приложение 1).

а) Расчет коэффициента концентрации тяжелых металлов в биоматериале. Оценка загрязнения растительного покрова производится при помощи расчета коэффициента концентрации по каждому элементу. Данный расчет представляет собой отношение содержания химического элемента в золе растений к его фоновому содержанию в золе растений.

$$K_{\bar{b}} = C_{\bar{b}}/C_{\phi},$$

Где $C_{\bar{b}}$ – концентрация ингредиента в золе растений, (мг/кг); C_{ϕ} – фоновая концентрация ингредиента в золе растений, (мг/кг).

Фоновые содержание элементов в золе растений для региона ЦЧР приведены в таблице 1.4.

По полученным результатам производится построение эколого-биохимических карт. При зонировании используется градация учитывающая оценку по элементам разных классов опасности (приложение 3).

б) Расчет коэффициента биологического поглощения. Коэффициент биологического поглощения в практике экологических исследований представляет собой отношение содержания химического элемента в золе растений к его содержанию в почве или горной породе.

$$K_{\bar{b}} = C_{\bar{b}}/C_n,$$

Где $C_{\bar{b}}$ – концентрация ингредиента в золе растений, (мг/кг) [2]; C_n - концентрация ингредиента в почвенных отложениях, (мг/кг).

Таблица 1.4.

Фоновые значения элементов в золе растений [2]

Элемент	Содержание в весовых %*	Элемент	Содержание в весовых %*
Марганец	0,75	Бор	0,04
Никель	0,005	Олово	0,0005
Кобальт	0,0015	Бериллий	0,0002
Молибден	0,062	Фосфор	7
Медь	0,02	Стронций	0,003
Свинец	0,001	Барий	0,01
Титан	0,1	Серебро	0,0001
Ванадий	0,006	Вольфрам	0,0000005
Хром	0,025	Ниобий	0,00003

*Для пересчета содержания элементов из весовых % в мг/кг, производится умножение значений на 10000.

Содержание отдельных элементов в живой клетке определяет ее метаболизм, функции жизнедеятельности. В.В. Ковальским определен факт возможности нормального функционирования живой клетки в определенной геохимической витальной зоне [7]. При достижении положения пороговых концентраций геохимическое равновесие нарушается. Микроэлементы имеют большое биологическое значение. Их превышение либо недостаток в экосистемах приводит к дисбалансу в обменных и физиологических процессах.

Интенсивность поступления микроэлементов в биоту определяется коэффициентом биологического поглощения, определенном А.И. Перельманом [22] (табл. 1.5).

Специфика почвенного покрова определяет K_6 и ряды биологического поглощения. Растительность является элементом – индикатором, характеризующим состояние экосистемы. Так значительные превышения концентраций относительно фоновых приводят к ярко выраженным физиологическим и морфологическим изменениям растительности.

Эколого-геологическое заключение, завершающее задачу, включает:

- Анализ превышений элементов-загрязнителей растительности относительно фоновых значений;
- Экологическую оценку ситуации по величине поэлементных коэффициентов концентраций элементов в растительности;
- Определение роли загрязнения почв в преобразовании растительного покрова (по величине K_6);
- Прогноз состояния экосистем в анализируемых условиях [9, 27, 28].

Таблица 1.5

Ряды биологического поглощения

Элементы	Коэффициент биологического поглощения (K_6)	Ряды биологического поглощения
P, S, Cl, J	$n*10 - n*100$	Энергично накапливаемые
K, Ca, Mg, Na, Sr, B, Zn, Ag	$n - n*10$	Сильно накапливаемые
Mn, Ba, Cu, Ni, Co, Mo, As, Cd, Be, Hg, Se, Ra	0, n	Группа слабого накопления и сильного захвата
Fe, Si, F, Rb, V, Li, Y, Cs	0,0 n	Слабого захвата
Ti, Cr, Pb, Al, U, Zr	0, 0.0n	Слабого и очень слабого захвата

ГЛАВА 2

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ

В данном разделе эколого-геологическое районирование территорий заключается в построении карты функционального зонирования территорий, синтетической карты оценки плотности техногенной нагрузки по показателю дорожного полотна и плотности промышленной застройки, карты эколого-геологического районирования и составления эколого-геологического заключения.

Задача 5

Методика построения карты эколого-геологического районирования и эколого-геологическое заключение

Данная карта является синтетической эколого-геологической картой. Для ее построения необходимо провести послойное построение тематических карт с выделением районов, характеризующихся различным состоянием эколого-геологической обстановки. Выделяют четыре класса состояния ЭГС. Причем, при наличии максимальных уровней загрязнения даже по одному из тематических слоев, характеризующих интегральное состояние литосферы и биоты (экологический кризис, экологическое бедствие), изучаемая территория оценивается в целом по данному показателю экологических свойств. При построении карты используется тоновая раскраска и семантические знаки.

Карта эколого-геохимического районирования сопровождается экспликацией, в которой дается характеристика каждого выделенного таксона.

Эколого-геологическое заключение по состоянию рассматриваемой территории включает следующие разделы:

1) Общая характеристика рассматриваемого участка. Указывается его географическое и административное положение. Приводится краткий геолого-гидрогеологический очерк, описываются особенности техноструктуры.

2) Методика построения тематических карт включает описание собственно методических подходов, а также все необходимые расчеты, приводимые в табличной форме.

3) Эколого-геологическая оценка состояния территории по каждому тематическому слою, выявление источников загрязнения. По литературным данным определяют степень токсического влияния отдельных компонентов на состояние экосистем. Прогнозируется их перемещение по трофическим цепям и возможные экологические последствия.

4) Экологическая оценка выявленных геофизических аномалий. Анализ источников их воздействия. Выявление характера их влияния на экосистемы различного уровня организации.

5) Комплексный эколого-геологический анализ. Геологическое обоснование условий жизни и деятельности экосистем. Предложение мероприятий по ликвидации источников загрязнения и последствий их деятельности. Разработка рекомендации по системе эколого-геологического мониторинга территории.

6) Юридическое обоснование экологических оценок базируется на следующих определяющих признаках: санитарно-гигиеническом, экологическом, природноресурсном. Первый признак определяет уровень загрязнения компонентов природной среды и степень ее опасности для здоровья человека. Количественно он выражается в значениях предельно-допустимых концентраций токсических элементов (ПДК). Экологический признак определяет состояние экосистем в целом и человека

в частности. Он демонстрирует их оптимальную способность к обмену веществом и энергией. Природноресурсный признак определяет объем ресурсного потенциала, обеспечивающего жизнедеятельность биоты и человека в частности. При необходимости обозначаются объекты, нуждающиеся в экологическом лицензировании и экологической экспертизе.

Задача 6

Построение карты функционального зонирования

Карта функционального зонирования отражает пространственную дифференциацию различных типов хозяйственной деятельности и структуру землепользования в пределах исследуемой территории.

Карта функционального зонирования предназначена для решения следующих практических задач:

- выделение однородных площадок для проведения геохимического опробования;
- выделение основных ресурсных зон как источников хозяйственного развития и, одновременно, источников определенного типа техногенного воздействия, в частности, загрязнения;
- выявление природоохранных объектов и анализ структуры землепользования на месте буферных зон;
- определение потенциальной экологической опасности функционирования интенсивных типов землепользования для сопредельных с ними территорий, выявление потенциальных конфликтных зон;
- обеспечение анализа экологического эффекта взаимодействия разных типов хозяйственной деятельности с природой.

Строится карта функционального зонирования на топографической основе.

Объекты картирования и их классификация.

В качестве наиболее общей таксономической единицы целесообразно выделить трех рядов функционального использования, различающихся направлением человеческой деятельности:

1) территории с позитивным влиянием человека на окружающую среду. Это природоохранные и рекреационные территории, в границах которых законодательно предусмотрено сохранение свойственных этой территории природных процессов и явлений, невмешательство в естественные циклы развития.

2) территории с нейтральными отношениями между обществом и природой. Это площади экстенсивного ведения хозяйства в силу низких природных ресурсов, экономической нецелесообразности освоения, а также территории, непригодные для использования в народном хозяйстве в силу либо высокой природной пораженности неблагоприятными современными геологическими процессами, либо с неблагоприятными гидрогеологическими условиями. Развитие таких территорий идет по природно-экстремальному циклу.

3) наиболее значительная доля приходится на третий ряд, объединяющий территории, где происходит взаимодействие человека и природы: территории активной хозяйственной деятельности, прямого долгосрочного использования или изъятия и переработки природных ресурсов, а также создания мест проживания, систем жизнеобеспечения, транспорта, связи и т.п. Здесь природные циклы частично или существенно трансформированы.

Основное содержание карты определяется характеристиками на уровне типов, подтипов и видов. Тип выделяется по форме человеческой деятельности. В первом приближении можно выделить три уровня техногенных изменений: по-

верхностных (лесохозяйственный, сельскохозяйственный, транспортный типы), приповерхностных (селитебный, промышленный, селитебно-промышленный типы) и глубинных (горнодобывающий, водохозяйственный – эксплуатация подземных вод типы).

На территориях лесохозяйственного типа структура ландшафтов наиболее близка к естественной. Объем нарушений ограничен и касается растительности и уровня и состава грунтовых вод. На территории сельскохозяйственного типа пользования к нарушениям двух перечисленных природных сред добавляется деформация почвенного покрова. Процессы урбанизации и добыча полезных ископаемых наиболее деструктивно действует на ландшафт, трансформируя в различной степени все природные тела (растительность, воды, почвы, рыхлые образования, литогенную основу коренного ландшафта).

Подтипы выделяются в пределах типов, характеризуются одинаковой направленностью и характером взаимодействия человека со средой. Так, в сельскохозяйственном типе выделяются подтипы: животноводческий, земледельческий, ирригационно-земледельческий, мелиоративно-земледельческий и т.д.

Виды выделяются в пределах подтипов по частной специализации того или иного подтипа, определяемой технологией, составом природных ресурсов, местными природно-экономическими особенностями (например, в земледельческом подтипе выделяются пашни, сады и плантации многолетних культур).

Разные типы заведомо не равнозначны по площади их физического выявления. Можно выделить ярко выраженные площадные типы (лесохозяйственный, сельскохозяйственный), линейные (транспортный), локальные (селитебный, промышленный). Но занимаемая объектами разного функционального использования площадь не есть свойство самого объекта: можно представить себе город, площадь достаточной для выражения в масштабе карты (например, Москва, Зеленоград и т.д.); крупные промышленные агломерации или добывающие комплексы (КМА, Сычевский ГОК) и т.д. Площадь не влияет на отнесение объекта к той или иной таксономической единице и имеет значение только при отображении на карте: площадным или внемасштабным знаком.

Территории того или иного типа (подтипа) хозяйственного освоения выделяются по преобладанию одного из них. Площадь, занимаемая картируемым типом должна составлять не менее 60%.

В случае частого чередования двух типов использования, занимающих не менее 30% каждым, выделяются территории смешанного хозяйственного освоения.

Для каждого типа землепользования характерен определенный химический состав техногенных потоков. Дать их объективную количественную оценку как раз и преследует эколого-геохимическое и эколого-гидрогеологическое направление работ. Однако, на предварительном этапе работ еще до опробования можно априори утверждать, что разные типы использования земель, разная интенсивность такого использования будут генерировать разные геохимические спектры загрязнения как в поверхностных природных средах, так и в первых от поверхности водоносных горизонтах, что обязательно должно быть учтено при разработке стратегии геохимического и гидрохимического опробования и аналитического комплекса (табл.1.6) [2].

Таким образом, карта функционального зонирования должна использоваться при выделении квазиоднородных площадок для геохимического и гидрогеологического опробования, при построении эколого-геохимической, эколого-гидрогеологической и эколого-инженерно-геологической карт, последующей интерпретации получаемых результатов [2].

Изменение экологических свойств литосферы в рамках территорий разного функционального назначения [2].

Типы функционального деления территорий	Виды изменения экологических свойств литосферы
<u>1. Селитебный</u>	1) Сnivelированный рельеф, измененные площади водосбора. 2) Механически преобразованные элементы земной коры. 3) Сработанные и загрязненные водоносные горизонты. 4) Техногенные электромагнитные, вибрационные и шумовые поля 5) Складирование отходов жизнедеятельности человека 6) Замусоривание, захламление речных долин 7) Селективное видовое культивирование биосферы
<u>2. Промышленный</u>	1) Индустриальный микрорельеф 2) тепловые аномалии в компонентах литосферы 3) Зарегулированные и уничтоженные поверхностные водотоки 4) Загрязненные и истощенные водоносные горизонты 5) Деградированные почвы 6) Формирование приповерхностных геохимических и геофизических аномалий
<u>3. Горнодобывающий</u>	1) Глубинно механически, химически и физически преобразованная литосфера 2) Перемещение значительных объемов вещества, образование полостей и пустот. Формирование специфического технорельефа 3) Перераспределение глубинного минерального вещества между лито-, гидро- и атмосферами 4) Перестроенные гидродинамические условия, площадные депрессионные воронки. 5) Исчезнувшие малые водотоки и вновь образованные техногенные реки, площади водосбора 6) Отчужденные территории плодородных почв, их преобразование в зоне влияния
<u>4. Агротехнический</u>	1) Деградированные и загрязненные почвы. 2) Геодинамические процессы, влияющие на состояние почв: эрозия, суффозия, смыв и т.д. 3) Механическое перераспределение почв в пределах территорий. 4) улучшение качества почвенного покрова за счет применения агротехнических методов их оптимизации
<u>5. Лесотехнический</u>	1) Уменьшение развития экзогенных и инженерно-геологических процессов и явлений 2) Формирование лесных типов почв 3) Преобразование водных и газовых компонентов литосферы
<u>6. Водохозяйственный</u>	1) Формирование депрессионных воронок 2) Сработка водоносных горизонтов 3) Загрязнение поверхностной и подземной гидросферы 4) Подтопление территорий

Фактическим материалом для построения функционального зонирования являются карты участков города Воронежа представленные в приложении 8.

Задача 7

Построение синтетической карты оценки плотности техногенной нагрузки

Согласно современным нормативным документам, при эколого-геологических исследованиях анализ техногенной нагрузки дается на основе карты техногенных объектов. Она отражает пространственную характеристику их размещения, выделяет потенциальные и реальные источники загрязнения. Однако для оценки экологической ситуации такая характеристика техносферы недостаточна. Необходимо введение количественных критериев оценки. Среди них:

а) коэффициент плотности промышленной застройки (K_3). Весьма информативен при анализе городских агломераций, где широко представлена промышленная деятельность. Значительная доля загрязнений в их пределах поступает от промышленности. В этой связи K_3 является одним из ведущих техногенных факторов формирования эколого-геологической ситуации.

$$K_3 = (S_{\text{застр}} / S_{\text{уч}}) * 100\%,$$

где $S_{\text{застр}}$ - площадь, занятая промышленными зданиями и сооружениями, км^2 ; $S_{\text{уч}}$ - общая площадь исследуемого участка, км^2 .

При выполнении данной работы площадь изучаемого участка разбивается на сеть квадратов, площадь которых определяется масштабом исследований. При крупномасштабных ЭГИ размер ячейки сетки $1*1$ км, при $M 1:200000$ - $4*4$ км. В каждом квадрате определяется площадь промышленной застройки, которая равна произведению длины промышленного объекта на ширину. $S_{\text{застр}}$ соотносится с площадью квадрата, коэффициент плотности промышленной застройки выражается в %. В дальнейшем производится систематизация методом линейной интерполяции относительно центров квадратов (рис. 2.1.).

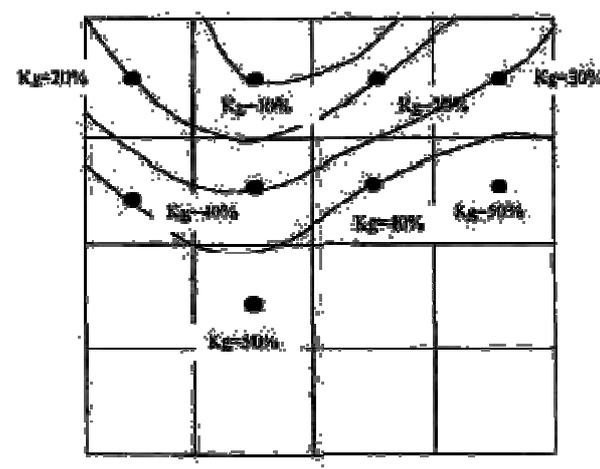


Рис. 2 Интерполяция данных по K_3

По данному коэффициенту территории подразделяются:

- $K_3 < 20\%$ - благоприятная,
- $20\% < K_3 < 40\%$ - условно благоприятная;
- $K_3 > 40\%$ - неблагоприятная.

б) коэффициент плотности дорожной нагрузки. В пределах селитебных зон городских агломераций в качестве количественного показателя плотности техногенной нагрузки эффективно использование коэффициента дорожной нагрузки (K_d). Он рассчитывается по формуле:

$$K_d = (S_{\text{дор}} / S_{\text{уч}}) * 100\%,$$

где $S_{\text{дор}}$ - площадь дорожного полотна, км²; $S_{\text{уч}}$ - общая площадь участка исследований, км².

Зонирование по степени благоприятности территории относительно жизни и деятельности человека проводится по следующим критериям:

- $K_d < 10\%$ - благоприятная;
- $10\% < K_d < 20\%$ - условно благоприятная;
- $K_d > 20\%$ - неблагоприятная.

Методика расчетов и картографических построений аналогична K_3 .

Предполагается 20 вариантов работ по оценке плотности техногенной нагрузки по показателям K_3 и K_d (рис. приложение 8). Данные варианты составлены по территории агломерации Большого Воронежа.

На занятиях данный практикум выполняется либо методом компьютерного моделирования, либо на бумажных носителях. В основе построений лежит метод просвечивания тематических карт.

в) построение комплексной карты техногенной нагрузки. Первый этап работы предполагает наличие нескольких из них: например, карт дорожной нагрузки и плотности промышленной застройки. Далее эти карты совмещаются. Производится выделение зон состояния эколого-геологических систем. При совмещении неблагоприятных зон их суммарный эффект усиливается. После выделения суммарных и отдельных неблагоприятных зон отрисовываются участки, где плотность техногенной нагрузки минимальна. Остальная площадь имеет условно благоприятную оценку. Карта строится в семафорном варианте:

- *неблагоприятная оценка показывается красным цветом и обозначается цифрой I*

Для нее характерно многократное загрязнение ЭГС, истощение природных ресурсов, начало разрушения экологических систем, высокий уровень заболеваемости, в кризисных ситуациях - смертность. Такая плотность техногенной нагрузки формирует состояние экогеосистем, соответствующее экологическому кризису либо бедствию.

- *условно благоприятная – желтым цветом и обозначается цифрой II,*

В пределах данной зоны формируется состояние экологического риска. Оно предполагает хроническое загрязнение компонентов природной среды, повышенный средний уровень заболеваемости и смертности.

- *благоприятная оценка показывается зеленым цветом и цифрой III*

Такая оценка фиксирует фоновое, максимально приближенное к естественному, состояние эколого-геологической системы.

В пределах выделенных зон количество ведущих факторов оценки показывается тоновыми оттенками. Темно-красный цвет определяет сумму максимальных проявлений K_d и K_3 , красный демонстрирует I зону по одному из критериев оценки. Аналогично фоновые оттенки дифференцируют обстановку по II зоне. Благоприятная зона однотонна и одноцветна, т. к. предполагает минимальный уровень техногенной нагрузки по всем анализируемым параметрам.

К комплексной карте плотности техногенной нагрузки прилагается экспертное заключение по перспективам освоения данного участка. Оно составляется по следующей схеме:

1. Анализ плотности техногенной нагрузки на основе ее комплексной оценки:
 - обозначив исследуемый параметр составляется описание участка, места его расположения;
 - описание карты по сторонам света в соответствии с выделенными зонами комфортности жизнедеятельности;
 - оценка выделенных зон по процентному соотношению;
 - охарактеризовать в целом нагруженность участка по преобладающей зоне благоприятности ЭГС, с учетом негативных последствий, характерных для данной категории техногенной нагрузки.
2. Прогноз дальнейшего развития территории, планирование возможных вариантов ее техногенного освоения;
3. Качественная оценка экологического коэффициента стоимости земель для гражданского и культурного освоения в зависимости от прогноза эколого-геологической обстановки [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее учебное пособие написано в соответствии с программой курса «Методика эколого-геологических исследований» и предназначено для подготовки бакалавров по направлению «Геология», профилизации «Экологическая геология», призванных после окончания вуза профессионально подойти к изучению эколого-геологической обстановки, определить источники негативного техногенного воздействия, оценить масштабы проявленности тех или иных ситуаций, предложить инженерные решения для восстановления комфортности среды обитания.

Целью учебного пособия является ознакомление студентов с методами эколого-геохимических и эколого-геофизических исследований. Пособие состоит из ряда практических заданий, максимально адаптированных к материально-технической базе современных университетов и позволяющих закрепить на практике теоретические и методические основы, изложенные в лекционном курсе по «методике эколого-геологических исследований».

Учебное пособие состоит из двух разделов. Первый раздел посвящен методам оценки биотических параметров ЭГС. Здесь представлены практические задания, которые позволяют освоить основные принципы методов эколого-геологических исследований при решении эколого-геологических задач. Во втором разделе представлены задания, которые позволяют освоить основные принципы эколого-геологического районирования территорий.

Определенный опыт ведения практикума по экологической геологии на геологическом факультете Воронежского госуниверситета позволил подготовить учебное пособие, касающееся изучения геохимической и геофизической экологических функций литосферы. Несомненно, что по мере накопления методического и практического опыта учебное пособие будет дополняться и совершенствоваться как в рассмотренном направлении, так и в части изучения ресурсной и геодинамической экологических функций литосферы.

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Методика оценки трансформации верхних водоносных горизонтов в зоне влияния предприятий по производству минеральных удобрений : Монография /Косинова И.И., Белозеров Д.А. Воронеж : Издательство ВГУ , 2014.- 122 с.
2. Методика эколого-геохимических, эколого-геофизических исследований и рационального недропользования : учеб.пособие / И.И. Косинова, В.А. Богословский, В.А. Бударина. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. универ., 2004. – 281 с.
3. Методология и правовое обоснование структуры размещения особо охраняемых природных объектов: Монография / Бударина В.А., Косинова И.И., Поповц В.И., Яковлев Ю.В. -Воронеж : Издательство Истоки, 2015.- 213 с.
4. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза / В.Т. Трофимов [и др.]; под ред. В.Т. Трофимова. – М. : Изд-во «Ноосфера», 2006. – 720 с.
5. Экологическая геология : учеб. / В.Т.Трофимов, Д.Г. Зилинг. – М. : МГУ, 2002. – 415 с.
6. Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии : теория и практика / И.И. Косинова, М.Г. Воробьева и др. – Воронеж: изд-во, 2015. – 576с.
7. Экологические функции литосферы / В.Т. Трофимов [и др.] ; под ред. В.Т. Трофимова. – М. : Изд-во МГУ, 2000. – 432 с.
8. Эколого-геологический мониторинг техногенно нагруженных территорий / И.И. Косинова, В.В. Ильяш, А.Е. Косинов. – Воронеж, Воронеж. гос. универ., 2006. – 104 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

9. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / пер. с нем.; под. ред. Р. Шуберта, - М. : Мир, 1988. – 348 с.
10. Биохимические методы в физиологии растений. – М. : Наука, 1971. – 131 с.
11. Геологическое пространство как экологический ресурс и его трансформация под влиянием техногенеза / Трофимов В.Т., Хачинская Н.Д., Цуканова Л.А., Юров Н.Н., Королев В.А., Григорьева И.Ю., Харьковина М.А.; под ред.В.Т.Трофимова // М.: Издательство «Академическая наука»-Геомаркетинг, 2014. – 566с.
12. Геофизические методы исследования земной коры / В.К. Хмелевской. – Дубна: Международный университет природы общества и человека, 1999. – Кн.2.: Региональная, разведочная, инженерная и экологическая геофизика : учеб. пособие. – 184 с.
13. Гидрогеоэкологические исследования в районах нефтяных и газовых месторождений / К.Е. Питьева. - М. : Изд-во Недра, 1999. – 225 с.
14. Инженерная геология и экологическая геология: теоретическо-методические основы и взаимоотношение / В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг. – М. : Изд-во МГУ, 1999. – 120 с.
15. Комплексная оценка геосферы жизнедеятельности населения территории Липецкого промрайона:Монография / Косинова И.И., С.И.Фонова, Базарский О.В., Плаксицкая И.П. // Воронежский ГАСУ,-Воронеж,2014. – 175.
16. Концепция геологического образования в России : материалы совместного заседания коллегии Минобразования России и МПР России. – М. : Б.и., 2000. – 135 с.
17. Геоэкологические последствия открытой разработки месторождений КМА / И.И. Косинова // Вест. Воронеж. ун-та Сер. Геология. – 1996. - Вып. 1 – С. 176-179.

18. Легенда Воронежской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200000 (второе издание). Эколого-геологическая карта. (Под ред. В.В. Петрухина). - М.: ЦРГЦ МПР РФ, 1998. – 60 с.
19. Методические рекомендации по эколого-геологическим исследованиям масштаба 1:200000 для территории Московской и Воронежской серии листов. Легенда эколого-геологической карты / В.А. Гайнцев, Н.С. Логинова. - М. : ДПР по Центральному региону, 1998. – 72 с.
20. Проект на проведение геологоразведочных работ по объекту «Геолого-экологические исследования масштаба 1:50 000 в Михайловском промрайоне». – Курск: ОАО Государственная акционерная компания «Недра», 1999. – 130 с.
21. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства». – 1997 г. – 41 с.
22. Геохимия ландшафтов / А.И. Перельман. – М. : Недра, 1978. – 342 с.
23. Теоретические основы крупномасштабных экогеологических исследований / И.И. Косинова. – Воронеж, 1998. - 255 с.
24. Теоретические основы крупномасштабных эколого-геологических исследований / И.И. Косинова. – Воронеж, ВГУ, 1998. – 255 с.
25. Теория и методология экологической геологии / под. ред. В.Т. Трофимова. – М. : Изд-во МГУ, 1997. – 368 с.
26. Техногенные грунты / Е.Н. Огородникова, С.К. Николаева. М.: Изд-во МГУ, 2004. - 250 с.
27. Техногенные массивы и охрана окружающей среды / А.М. Гальперин, В. Ферстер, Х.-Ю. Шеф. – М. : Изд-во МГУ, 1997. – 534 с.
28. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза / под.ред.В.Т.Трофимова. М.: Изд-во Ноосфера, 2006, 720с.
29. Тяжелые металлы в почве и растениях / Ю.В. Алексеев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 140 с.
30. Экологическая геология и рациональное недропользование : тр. междунар. науч. конф., май 2000 г. - СПб. : Изд-во СПб ун-та, 2000. – 484 с.
31. Экологическая геофизика / Богословский В.А., Жигалин А.Д., Хмелевской В.К.// учеб.пособие.М.: Изд-во МГУ, 2000. – 256
32. Экологическая геология Курской магнитной аномалии (КМА) : монография / И.И. Косинова, Т.А. Барабошкина, А.Е. Косинов, В.В. Ильяш. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2009. – 216 с.
33. Экологические функции литосферы / В.Т. Трофимов [и др.] ; под. ред. В.Т. Трофимова. – М. : Изд-во МГУ, 2000. – 432 с.
34. Экология подземных вод бассейна Верхнего ДонаВоронеж / А.Я. Смирнова, А.И. Бородкин. - Воронежский государственный университет, 2003. - 180 с.
35. New data on the Devonian plant and miospores from the Lode Formation, Latvia / Jurina A.L., Raskatova M.G. // Scientific Papers University of Latvia, Earth and Environmental Sciences, 2012. Vol. 783. P. 46-56.
36. Svalbardia from Givetian of Central Russia (Voronezh Region): leaf morphology and spores from sporangium / Jurina A.L., Raskatova M.G. // The Palaeobotanist, 2014. Vol.63. P.99-112.
37. Frasnian miospore assemblages and zones of southern Latvia andnorth-western Russia (Pskov region) / Raskatova M.G., Jurina A.L. / / Scientific Papers University of Latvia, Earth and Environmental Sciences, 2012. Vol. 783. P. 24-36.
38. Интернет-ресурс: <http://www.window.edu.ru>
39. Интернет-ресурс: <http://geo.web.ru>.

Варианты заданий для построения карты оценки степени загрязнения почвенного покрова

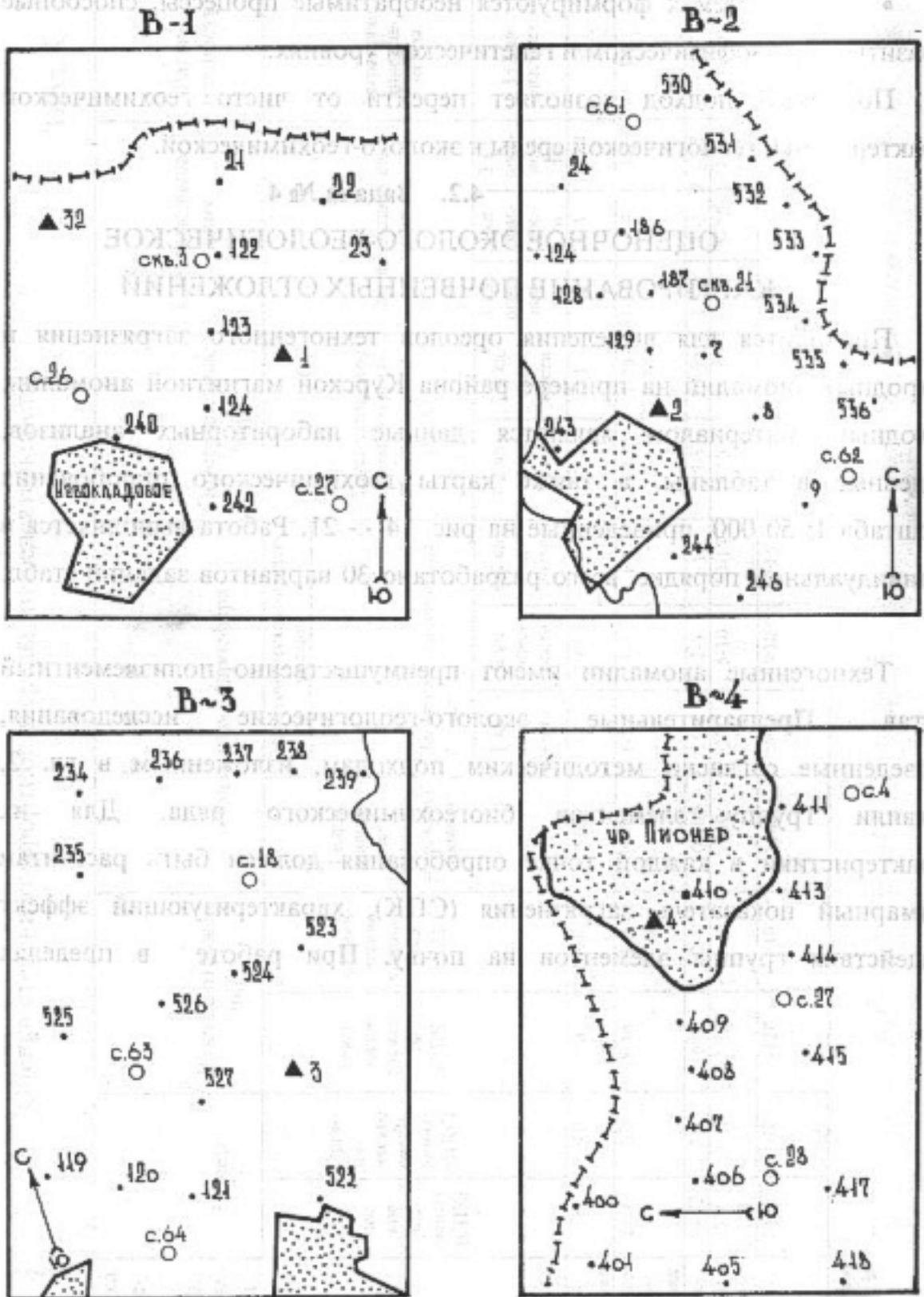
№ пробы	Концентрация тяжелых металлов в пробе (мг/кг)					№ пробы	Концентрация тяжелых металлов в пробе (мг/кг)				
	Mn	V	Cr	Pb	Sn		Mn	V	Cr	Pb	Sn
2	1500	110	130	50	3	60	2000	220	100	160	3
3	1800	120	120	40	4	61	2000	120	100	40	3
4	2000	120	150	60	3	62	2400	110	110	70	4
5	1400	110	90	40	3	63	2500	120	100	60	3
6	1000	120	100	40	3	64	1000	100	50	60	5
7	1000	40	60	30	3	65	1000	110	60	40	3
8	1000	120	1510	50	2	66	1000	100	60	50	5
9	1200	130	150	50	3	67	400	30	30	15	4
10	700	80	80	40	2	68	400	30	30	20	5
11	700	70	80	40	1,8	69	400	20	30	15	4
12	700	80	70	40	2	70	1000	15	30	10	3
13	700	80	80	40	1,7	71	500	80	100	20	1,7
14	1200	120	100	30	2	72	400	20	30	10	5
15	1000	100	80	40	2	74	500	30	20	10	5
16	1000	40	50	40	2	75	1000	120	120	60	1,7
18	1000	80	60	40	3	76	1000	110	120	60	1,5
19	1000	80	60	40	3	77	1000	20	100	20	0,7
20	1000	120	80	40	3	78	900	80	70	20	3
21	700	60	45	330	2	79	1000	120	100	20	1
22	1500	120	100	50	2	81	1200	150	100	40	3
23	1500	120	80	50	3	82	1000	12	30	10	0,7
24	500	100	60	50	3	84	1000	120	150	40	3
25	1500	110	110	40	3	85	1000	220	150	30	1,7
27	700	80	80	40	2	86	1000	120	150	140	1,7
28	800	70	80	30	3	88	1000	110	150	40	1,7
29	700	80	70	50	2	89	700	320	150	140	3
30	800	100	80	40	2	90	1000	110	140	40	1,7
31	900	90	90	30	1	92	1000	120	150	40	1,7
32	700	100	80	40	3	93	700	120	120	40	1,7
35	1000	100	60	40	2	94	1000	120	150	60	5
36	800	90	70	30	3	95	500	120	100	15	1,7
37	700	100	70	40	3	96	1600	120	150	50	2
38	900	90	90	40	2	97	1200	150	50	50	8
39	700	80	80	30	2	98	500	60	60	40	1,7
40	500	20	20	10	2	99	1000	120	100	20	1,7
41	300	15	20	15	0,6	100	1000	80	60	40	0,7
43	1200	120	120	40	1,7	101	1000	150	150	60	5
44	900	110	80	40	2	102	1000	120	120	50	5
45	1200	120	100	40	1,7	106	1200	120	350	60	15
47	1200	350	150	160	3	107	1000	100	120	20	13
48	1000	40	50	30	1	108	1000	200	150	40	3
49	1000	1000	80	30	2	109	1200	150	150	40	3
50	1200	120	400	80	3	110	2500	120	200	140	1,7
51	1100	120	100	60	3	111	1000	80	60	30	1,7
52	900	90	60	40	3	112	1000	80	60	60	5
53	1000	120	80	60	3	115	1500	120	150	60	5
54	800	40	60	40	2	116	300	40	50	20	1
55	1000	40	40	40	1,7	119	1000	70	80	30	4
56	900	80	80	60	1,7	120	1000	80	80	40	30
57	1000	100	80	30	2	121	1000	70	80	40	3
58	800	80	80	30	1,5	122	1000	120	150	40	3
59	1500	110	90	50	2	123	400	60	140	20	2
60	2000	220	100	160	3	124	1200	110	60	20	1

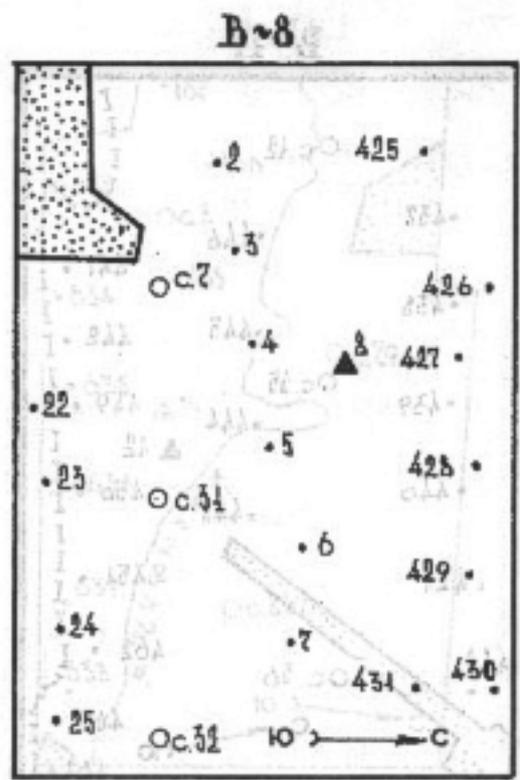
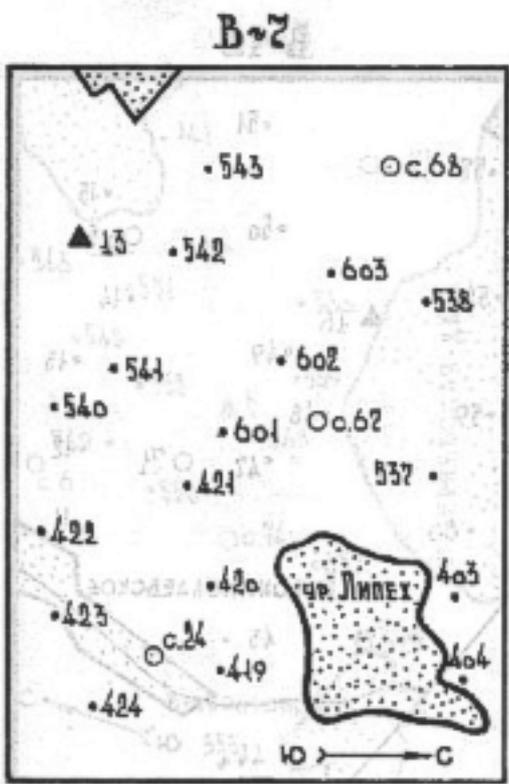
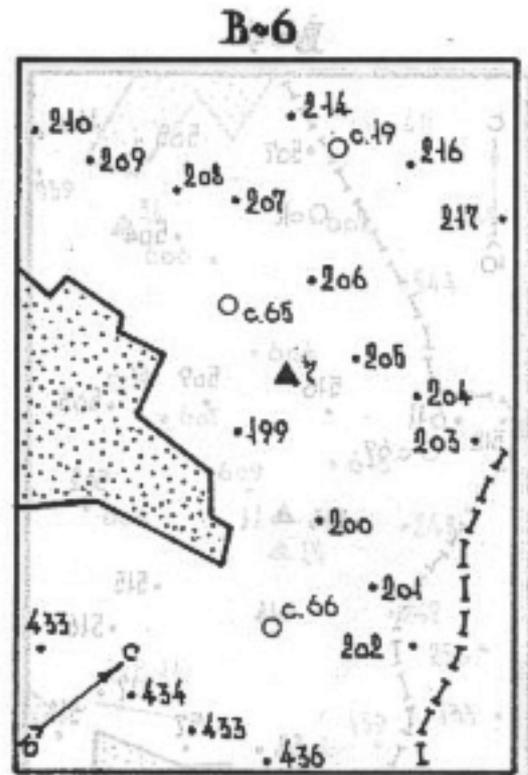
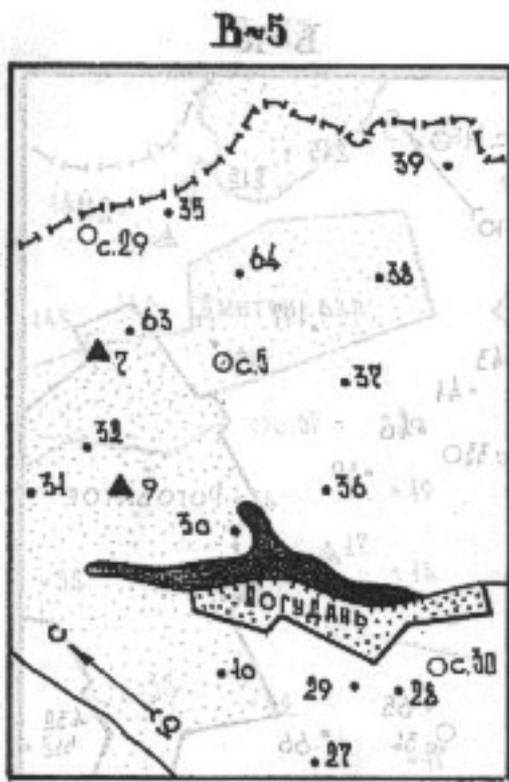
№ пробы	Концентрация тяжелых металлов в пробе (мг/кг)					№ пробы	Концентрация тяжелых металлов в пробе (мг/кг)				
	Mn	V	Cr	Pb	Sn		Mn	V	Cr	Pb	Sn
128	500	40	70	50	3	202	500	80	80	20	2
129	700	60	80	15	3	203	400	40	20	10	3
133	700	30	60	40	2	204	400	20	30	10	2
139	500	20	30	10	1	205	500	50	50	20	3
141	1500	120	100	40	5	206	150	12	20	10	5
142	700	40	60	40	1,7	207	500	80	40	10	5
143	1000	80	60	40	1,7	208	400	20	40	10	3
144	1000	80	60	50	3	209	500	12	30	20	2
145	1000	40	80	15	1,7	210	500	12	40	10	-
146	1200	60	150	40	4	211	800	90	80	30	3
147	500	60	60	40	1,7	212	700	80	70	30	3
148	1000	120	100	60	5	213	600	90	100	40	1
149	500	50	60	40	1,7	214	1000	140	60	110	8
150	1000	60	60	50	3	216	2500	120	210	160	3
151	2000	140	60	50	3	217	2500	120	100	60	3
152	1000	120	150	60	5	220	900	100	90	30	2
153	1600	120	150	50	2	221	500	80	60	40	3
154	500	60	60	40	1,7	222	2500	120	100	60	3
156	1000	150	150	60	5	223	1000	120	80	40	1,7
157	1000	100	130	40	3	225	500	120	50	40	5
158	900	90	110	50	2	226	400	30	30	20	5
159	1000	80	60	40	3	227	400	60	100	40	5
160	400	20	20	10	1	228	400	20	30	15	4
161	400	30	20	15	1	229	300	80	60	40	3
162	600	50	70	20	1,8	230	1000	60	60	40	3
163	1000	80	60	40	2	231	1000	15	30	10	3
164	1000	100	70	50	3	232	1000	120	100	50	3
165	1000	120	200	150	3	233	400	20	30	10	5
166	1100	120	110	40	3	234	800	110	90	50	3
167	1400	120	20	110	1	235	900	120	110	40	2
168	400	20	20	20	1	236	1100	110	120	50	1
169	1200	60	140	40	4	237	1000	120	200	140	4
170	1500	110	100	20	3	238	1100	210	390	30	5
171	500	80	60	40	1,7	239	1000	220	300	80	5
172	500	40	80	15	1,7	242	300	12	20	10	0,6
173	1000	80	100	40	1,7	243	1000	80	100	60	1,7
174	600	50	70	20	1,8	244	500	40	60	50	5
175	1000	60	100	50	3	246	700	50	90	20	3
176	1200	60	150	40	5	247	1500	120	100	40	5
177	1200	120	150	60	5	248	1000	-	60	40	2
178	500	60	60	30	1	250	1500	120	90	30	4
179	1000	80	60	60	5	400	2000	100	70	40	4
180	1900	120	80	50	3	401	1900	120	80	50	3
181	1000	120	70	30	2	403	1100	100	70	20	1
182	600	80	40	50	2	404	900	80	50	30	2
183	300	120	20	10	5	405	1500	110	20	10	3
184	1000	80	60	40	3	406	500	60	10	30	1
185	1000	80	60	50	3	407	600	80	40	50	2
186	1500	110	20	10	3	408	600	60	30	60	3
187	900	90	110	50	2	409	800	90	80	20	2
188	500	60	10	30	1	410	800	100	60	10	1
197	1200	120	110	40	3	411	700	50	45	35	2
198	1100	110	110	50	4	413	400	60	130	30	2
199	300	12	30	20	4	414	400	50	120	40	3
200	300	12	20	10	3	415	500	50	120	40	3
201	400	20	40	10	-	417	500	90	10	10	1

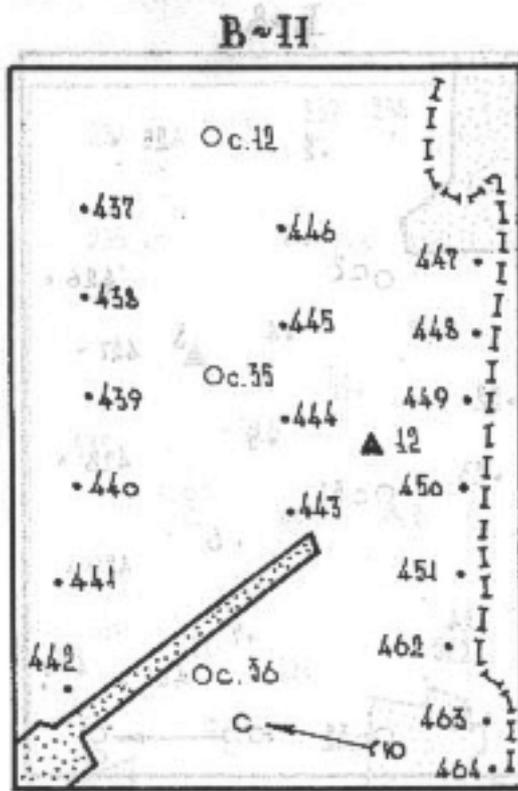
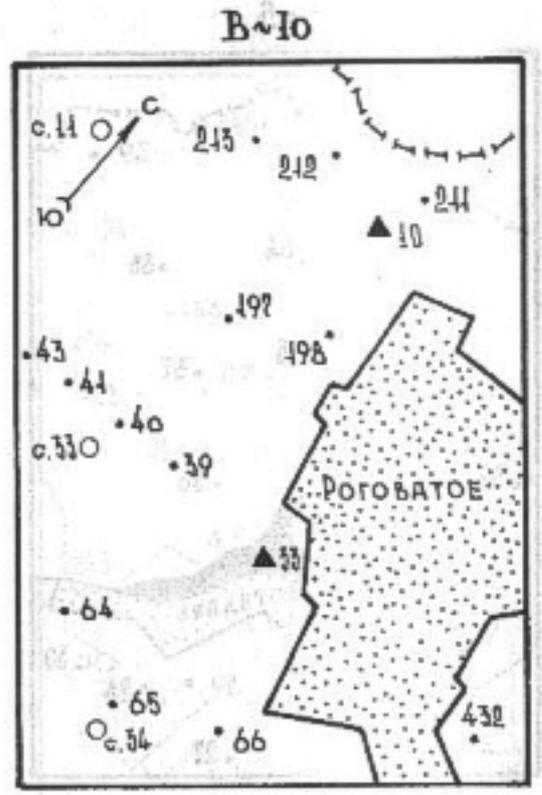
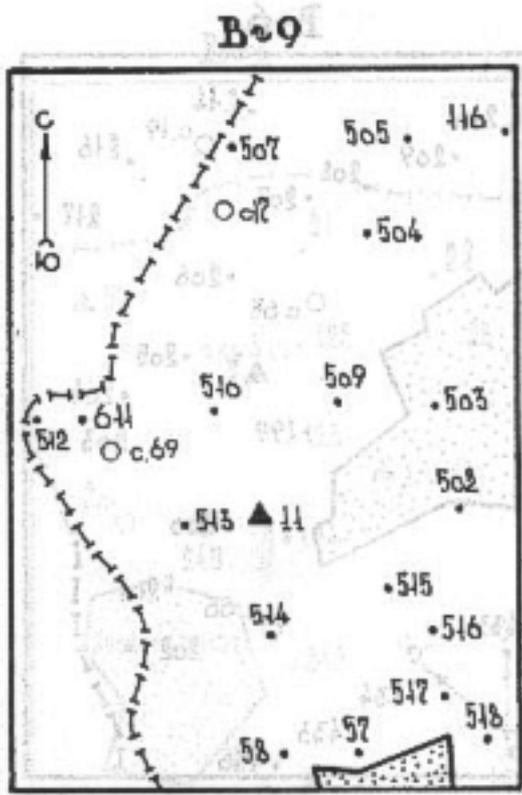
№ пробы	Концентрация тяжелых металлов в пробе (мг/кг)					№ пробы	Концентрация тяжелых металлов в пробе (мг/кг)				
	Mn	V	Cr	Pb	Sn		Mn	V	Cr	Pb	Sn
418	500	12	30	10	-	497	500	40	30	20	1
419	1000	60	60	15	1,7	498	1500	120	90	30	4
420	1000	60	70	30	3	499	1000	120	150	50	5
421	1000	80	60	40	2	500	500	40	60	15	1,7
422	1000	100	60	40	2	502	1000	120	100	40	3
423	1000	90	50	30	2	503	300	40	60	15	0,7
424	900	80	70	20	3	504	400	50	70	20	2
425	1000	100	70	40	2	505	400	40	50	30	1
426	900	80	50	30	2	507	1000	120	80	30	3
427	500	100	50	50	2	509	1000	100	80	30	2
428	500	90	60	50	2	510	1000	120	80	40	1,7
429	800	110	100	40	3	512	1000	120	100	40	3
430	900	120	100	40	3	513	1000	120	80	30	2
431	1000	100	60	40	2	514	1000	60	60	30	1,7
432	800	100	100	50	1	515	900	90	100	40	1
433	1200	320	190	60	3	516	900	100	100	30	2
434	1000	110	60	40	2	517	1000	120	100	30	1
435	1000	100	60	40	1,7	521	1000	40	60	40	2
436	1000	100	50	40	2	522	1900	130	90	40	2
437	500	40	60	10	0,6	523	1000	80	60	40	5
438	700	50	50	10	1	524	700	70	90	20	3
439	600	80	60	15	1	525	800	90	90	40	2
440	1000	60	60	10	0,7	526	900	90	80	50	8
441	500	80	60	15	1	527	2000	120	100	60	30
442	500	70	60	15	0,7	530	1500	130	450	140	2
443	500	70	60	15	1	531	1500	120	450	100	6
444	500	60	50	10	0,6	532	1400	110	320	160	5
445	500	60	60	15	1,7	533	1400	120	140	40	3
446	1000	40	50	20	1	534	1000	80	60	40	5
447	1000	60	60	15	1	535	1000	40	60	30	3
448	1000	60	60	10	0,8	536	1500	120	130	60	3
449	500	80	70	15	1	537	400	20	30	10	5
450	500	80	60	30	0,7	538	1000	15	30	10	3
451	500	80	50	30	0,8	539	400	20	20	10	1
455	500	30	20	10	5	540	400	20	30	20	4
456	1000	80	60	40	0,7	541	400	20	30	15	4
457	900	80	70	20	3	542	400	30	30	20	5
459	1000	80	60	40	0,7	543	400	20	30	20	5
460	1000	80	60	40	1	544	1000	40	60	40	1,7
461	500	40	60	40	1	545	1300	110	100	40	2
462	300	40	50	15	0,6	546	400	20	20	10	1
463	1000	40	60	40	1	548	400	30	20	15	1
464	1000	40	60	40	0,6	549	1000	80	60	40	2
465	1200	520	110	40	3	551	1000	80	60	50	3
467	1100	110	110	50	4	552	1000	120	70	30	2
468	1100	120	110	40	3	553	1000	40	70	20	1,7
469	2000	140	60	50	3	554	1000	40	80	15	1,7
471	1500	120	90	30	4	555	1200	60	150	40	5
472	1000	80	100	40	3	556	1200	20	150	15	3
473	1000	150	150	60	5	557	1200	60	130	30	4
474	1000	80	60	240	0,7	568	1000	12	30	15	3
475	500	60	60	40	1,7	559	1200	40	140	20	3
476	1600	120	250	50	12	560	1000	-	60	40	2
477	1000	120	150	60	15	561	1000	40	50	20	1,7
495	1000	80	100	40	3	562	1000	80	150	40	3
496	1500	120	90	30	4	563	1000	80	100	40	3

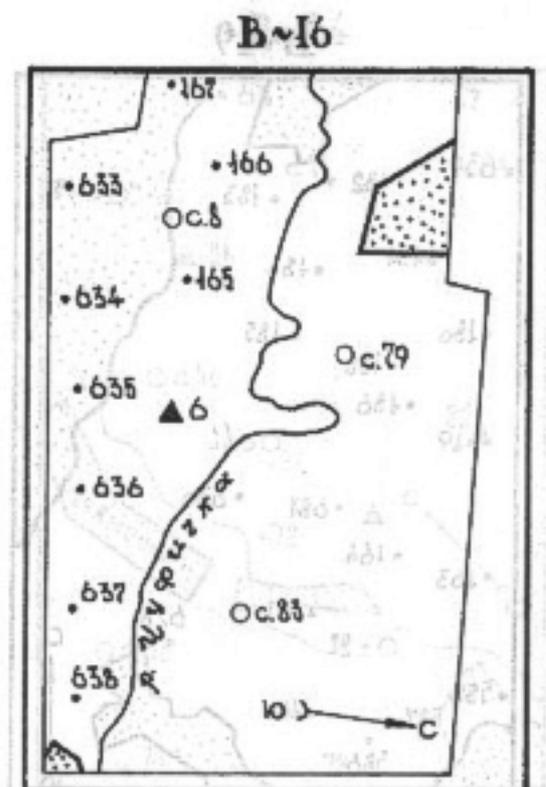
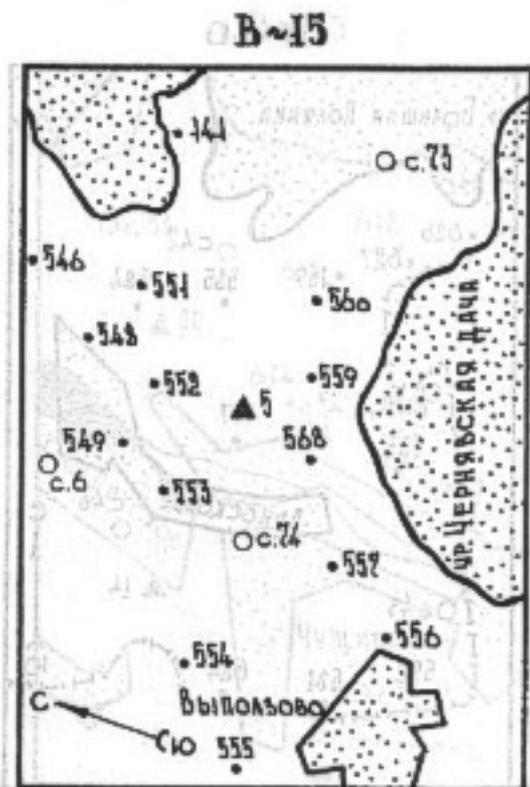
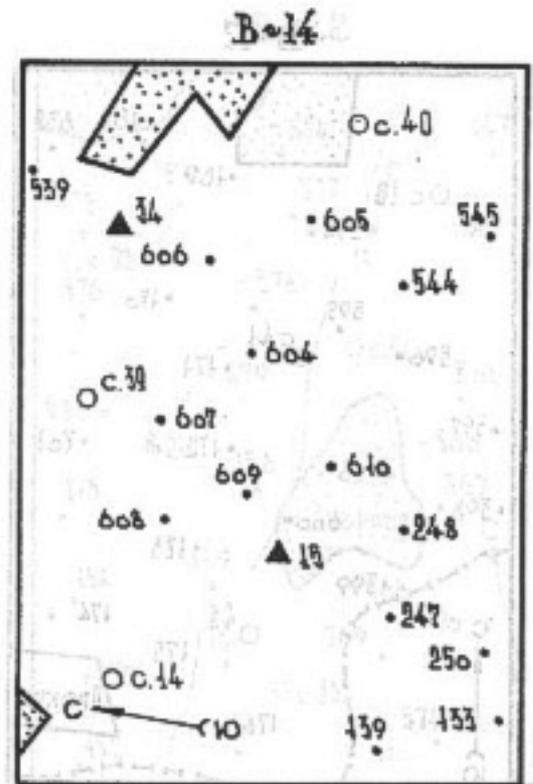
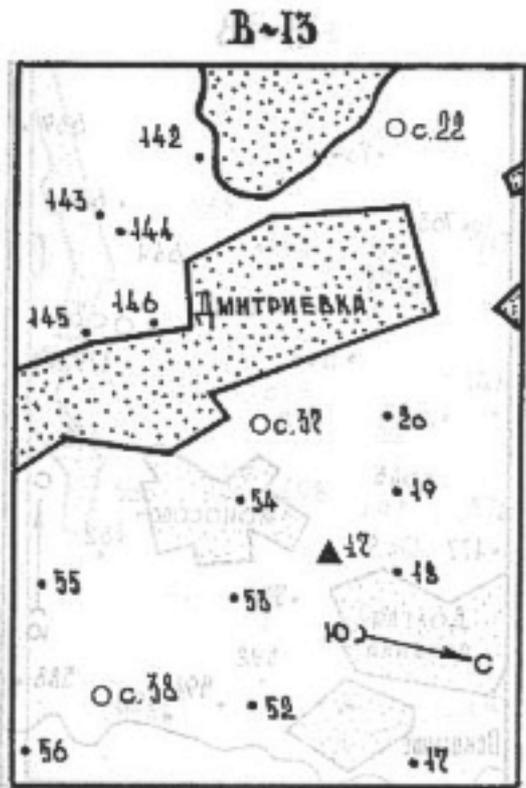
№ пробы	Концентрация тяжелых металлов в пробе (мг/кг)					№ пробы	Концентрация тяжелых металлов в пробе (мг/кг)				
	Mn	V	Cr	Pb	Sn		Mn	V	Cr	Pb	Sn
565	1000	40	60	15	1,7	617	1000	80	80	40	3
566	1000	80	100	40	3	618	500	80	60	20	1,7
567	1500	120	90	30	4	621	700	20	40	15	5
568	1000	120	150	50	5	624	1200	130	150	50	3
569	1000	120	100	60	5	626	1000	120	150	50	2
570	500	30	60	10	0,6	627	1000	40	60	30	3
571	1000	100	150	40	1,7	628	1000	90	60	40	2
572	1000	150	150	60	5	630	800	90	80	20	2
573	1000	100	140	40	2	632	500	80	70	30	1,7
574	1000	80	60	60	5	633	1200	120	150	60	4
575	500	15	40	10	3	634	500	40	60	40	2
576	500	60	60	30	1	635	1000	120	100	50	3
577	1200	120	150	60	5	636	700	30	60	40	1
578	700	30	150	10	1,7	637	1000	120	100	100	5
579	600	50	70	20	1,8	638	700	40	60	40	2
581	700	60	80	15	3	639	500	60	60	40	1,7
582	500	40	70	50	3	640	1600	120	150	50	2
583	800	90	40	40	2	641	1000	120	150	60	5
584	500	100	60	50	3	642	2000	240	60	50	3
585	1000	120	100	60	5	643	1000	60	60	50	3
586	1000	120	150	50	5	644	500	50	60	40	1,7
587	600	60	30	60	3	645	1000	120	100	60	5
588	1000	120	100	160	15	681	1000	100	70	50	3
590	1000	120	150	50	5	701	500	70	80	40	1,7
591	1500	120	90	30	14	703	2000	120	60	50	5
592	1000	80	100	40	3	704	2000	130	70	150	14
594	1000	40	80	15	1,7	9/7	500	60	60	30	1
595	1200	60	150	40	5	9/14	400	40	50	15	0,7
596	500	100	60	30	3	9/15	1200	120	260	40	11
597	1500	120	90	30	4	9/5	1000	150	150	140	3
598	1000	80	100	40	3	9/6	1000	40	60	15	0,6
599	1000	80	60	40	1,7	9/13	1000	80	60	60	5
600	1000	80	60	40	3	9/17	500	60	60	30	1
601	2500	320	100	160	3	9/18	1000	80	60	30	0,7
602	2400	110	210	70	4	9/19	1200	120	150	60	5
603	2000	220	100	40	3	9/20	2500	320	100	140	1,7
604	1200	90	90	40	1	9/21	600	50	70	20	1,8
605	400	20	30	10	1	9/12	1000	120	80	30	1,7
606	1000	80	100	40	1,7	9/3	1000	80	100	40	1,7
607	1000	60	100	50	3	9/4	400	280	60	40	1
608	700	40	80	60	1,7	9/5	1000	150	150	40	3
609	1500	110	100	40	5	9/6	1000	40	60	15	0,6
610	700	40	60	40	1,7	9/7	2500	220	100	140	1,7
611	1000	120	80	30	3	9/8	1000	200	150	40	3
612	400	40	50	30	1	9/9	1200	120	150	60	5
613	400	50	70	20	2	9/10	700	40	60	15	1
614	300	40	60	15	0,7	9/11	1000	380	60	230	10,7
615	1000	120	100	40	3	9/15	1200	120	60	40	1
616	500	60	60	40	1,7	9/16	700	40	60	15	1

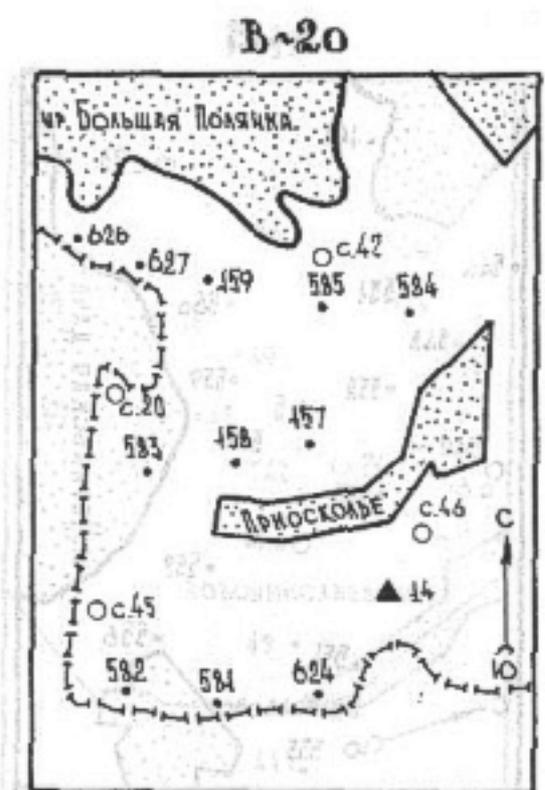
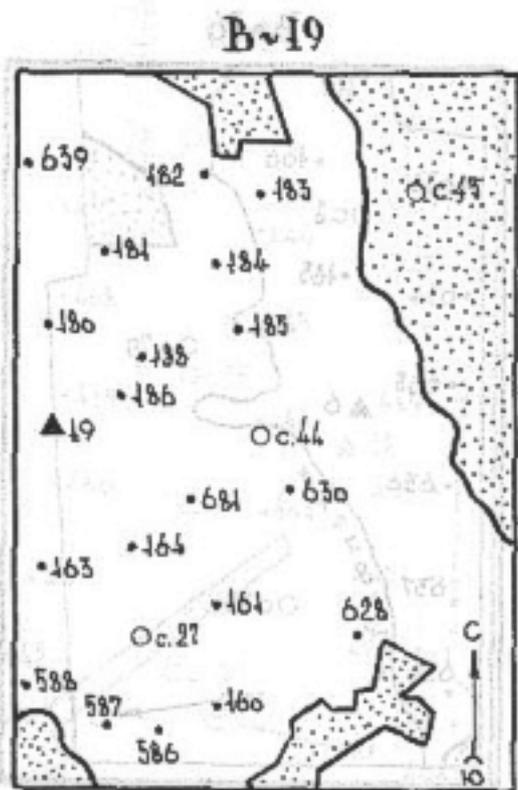
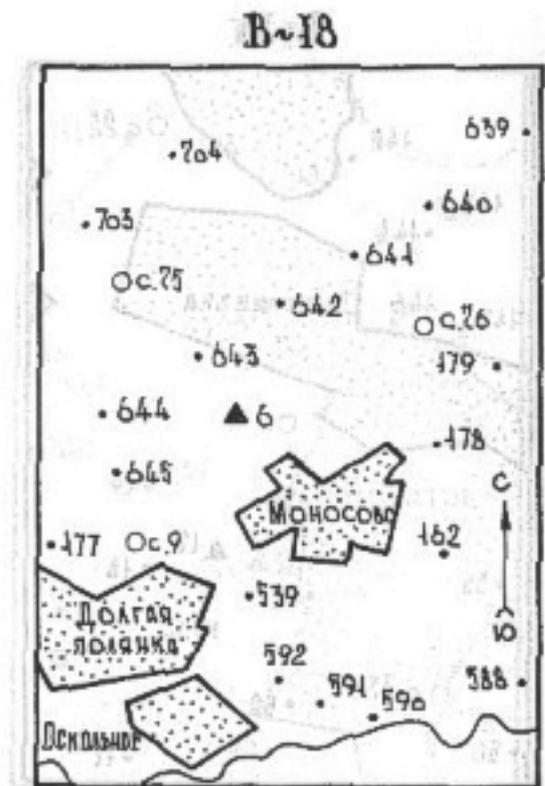
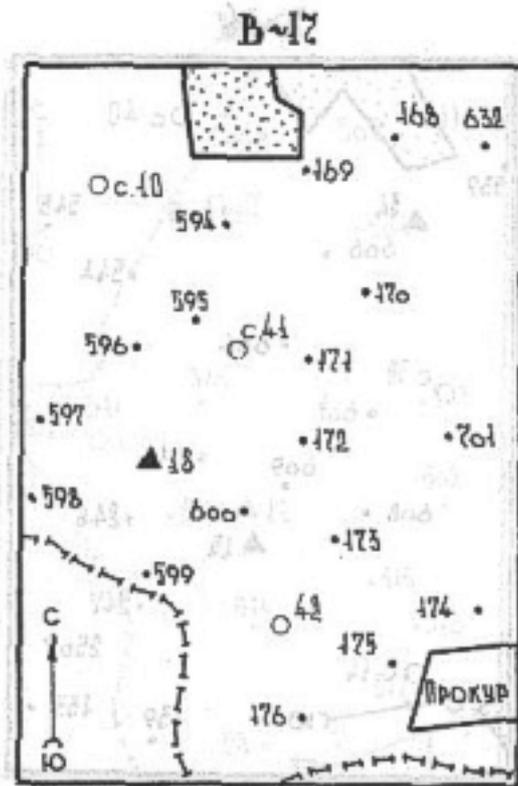
Карты геохимического опробования масштаба 1:25 000

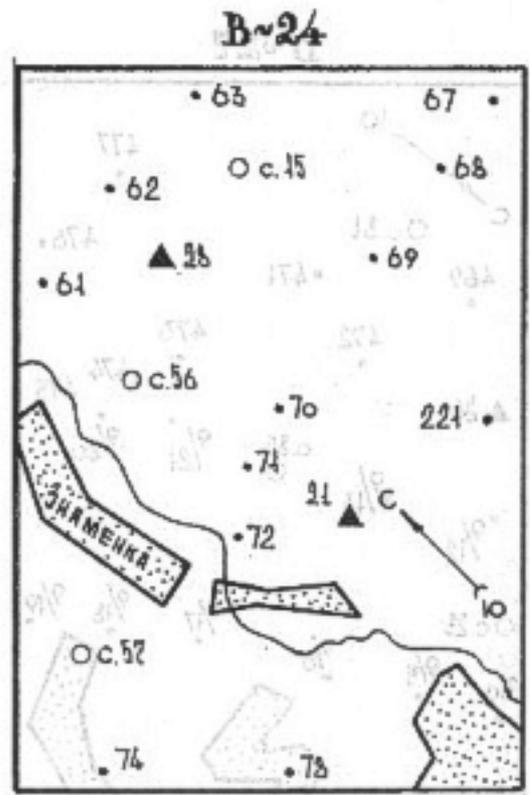
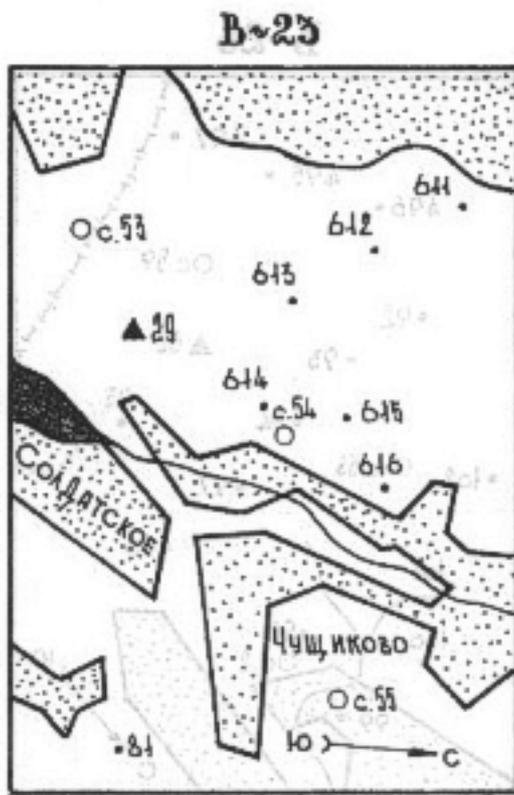
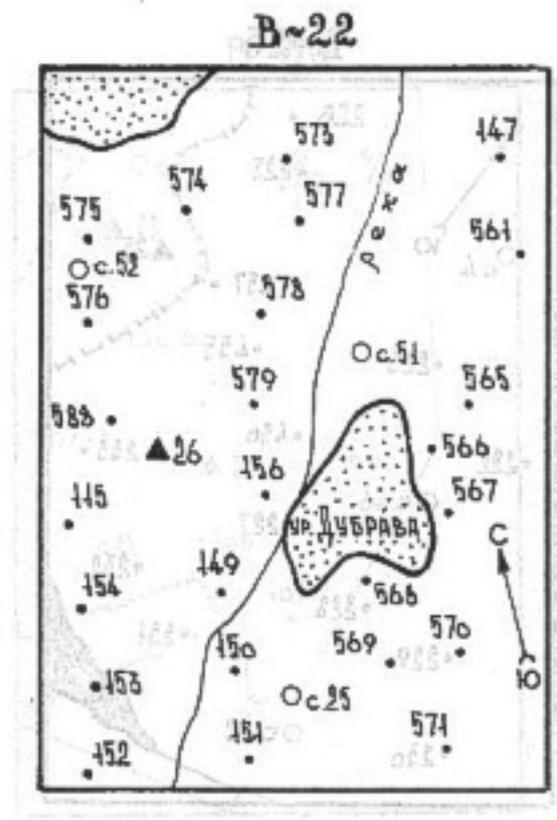
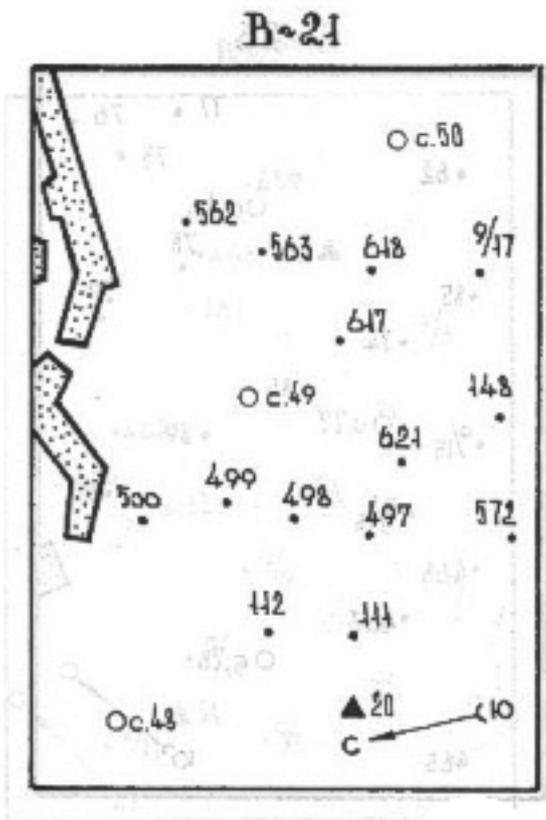


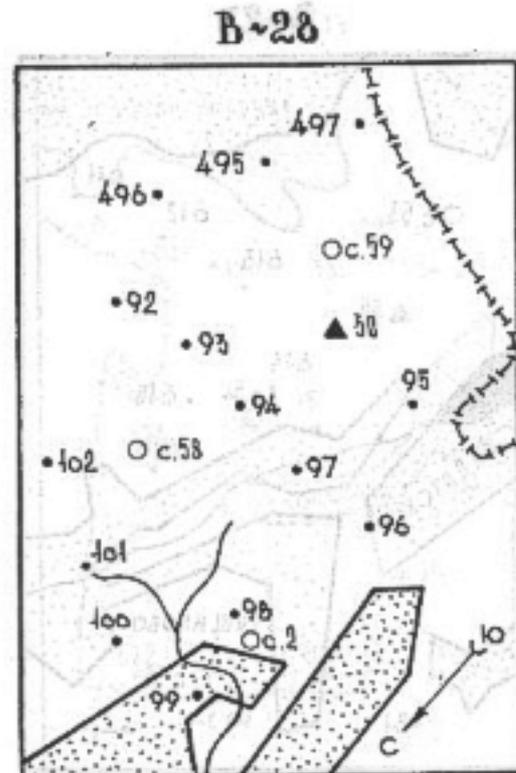
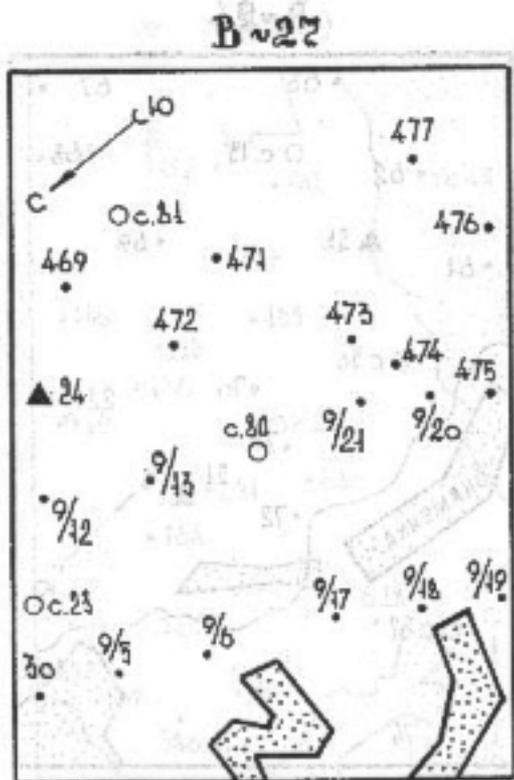
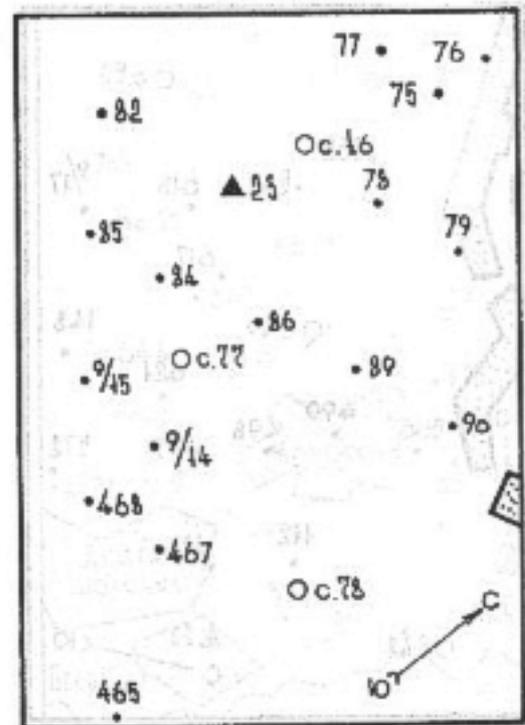
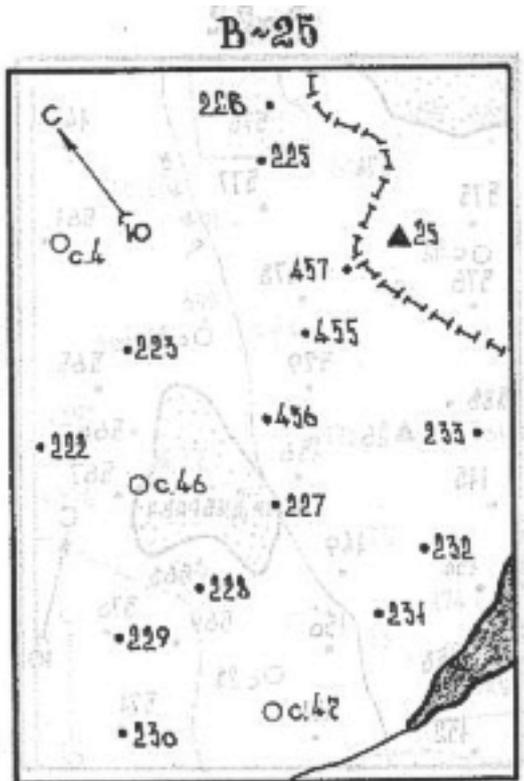




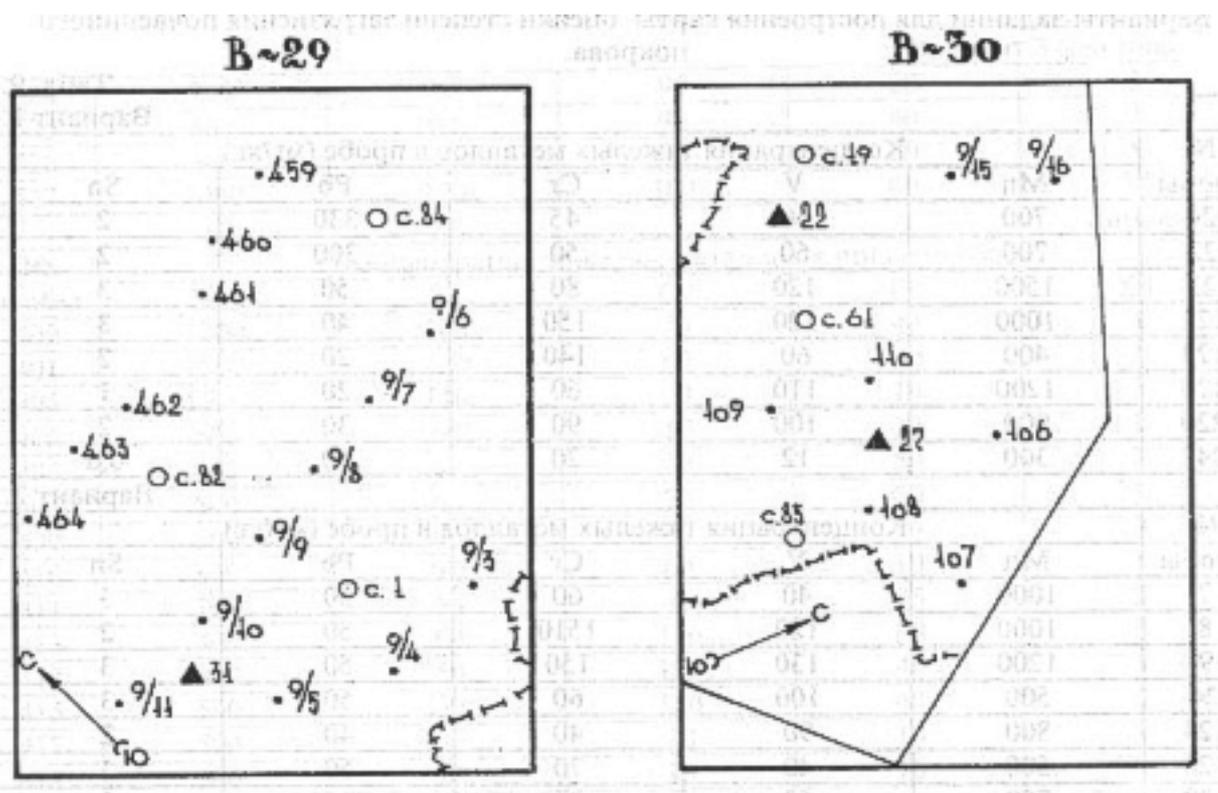








вариант 25-28



вариант 29-30

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- границы административных районов



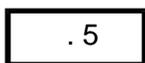
- контуры населенных пунктов



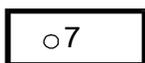
- контуры урочищ



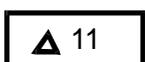
- озера и пруды



- точки опробования почвенных отложений



- гидрогеологические скважины



- точки биологических наблюдений

Экологическая оценка состояния абиотических компонентов ЭГС

Литосфера	Компоненты среды, принятые в качестве оценочных параметров					Оценка состояния ГС	
Верхняя часть зоны аэрации (почвы, горизонт А ₀)	Токсичные элементы в почвах, СПК	Мощность экспозиционной дозы, мкр/час	Цезий-137 в почвах, Ки/км ²	Пестициды, СПЗ; органические соединения в почвах	Токсичные элементы в растительности, Кк		
					1-2 кл.оп.	3-4 кл.оп.	
	<8	<20	<1	<1	<1	<1,5	
	8-16	20-60	1-5	1-2	1-2	1,5-2	
	16-32	60-200	5-15	2-5	2-5	2-10	
	32-128	200-400	15-45	5-10	5-10	10-50	
>128	>400	>45	>10	>10	>50	Чрезвычайно опасное	
Донные отложения (в местах отбора проб)	Токсичные элементы, СПК		Пестициды, СПЗ; органические соединения, ПДК				
	<8		<1			Допустимое	
	8-16		1-2			Умеренно опасное	
	16-32		2-5			Опасное	
	32-128		5-10			Высоко опасное	
>128		>10			Чрезвычайно опасное		
Подземная гидросфера	Гидрогеодинамическая обстановка (% снижения высоты напора или изменения уровня)		Гидрогеохимическая обстановка (токсичные химические элементы, макрокомпоненты, органические соединения, ПДК)			Бактериологическая обстановка шт/дм ³	
			1 кл. оп.	2 кл. оп.	3-4 кл.оп.		
	<20		<1	<1	<1	<3	Допустимое
	20-60		1-1,5	1-2	1-5	3-10	Умеренно опасное
	60-100		1,5-2	2-5	5-10	10-20	Опасное
	>100		2-3	5-10	10-15	20-50	Высоко опасное
>3		>10	>15	>50	>50	Чрезвычайно опасное	

Экологическое состояние компонентов смежных природных сред, влияющих на литосферу

Природная среда	Компоненты среды, принятые в качестве оценочных параметров			Оценка состояния ГС
Гидросфера (поверхностные воды)	Токсичные химические элементы, макрокомпоненты, органические соединения, ПДК			
	1-2 класса опасности		3-4 класса опасности	
	<1		<1	Допустимое
	1-2,5		1-25	Умеренно опасное
	2,5-5		25-50	Опасное
	5-10		50-100	Высоко опасное
>10		>100	Чрезвычайно опасное	
Атмосфера (расчет по снеговому выпадению)	Токсичные химические элементы, макрокомпоненты, пыль, ПДК			
	1 класс опасности	2 класс опасности	3 класс опасности	
	<1	<1	<1	Допустимое
	1-1,5	1-2	1-3	Умеренно опасное
	1,5-3	2-5	3-7,5	Опасное
	3-5	5-7,5	7,5-12,5	Высоко опасное
>5	>7,5	>12,5	Чрезвычайно опасное	

Примечания:

1. СПК – суммарный показатель концентраций. Вычисляется при нормировании фактических концентраций на фоновые значения.
2. СПЗ – суммарный показатель загрязнения. Вычисляется при нормировании фактических концентраций на предельно допустимые концентрации.
3. ПДК – предельно допустимые концентрации. Экологическое состояние оценивается в кратных значениях относительно ПДК.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Содержание микрокомпонентов в подземных водах (мг/л)

№ п	Mn	Ti	V	Cr	Zr	Hf	Be	Sc	Y	Yb	Ba	Sr	Ga	Ni	Mo	Cu	Pb	Ag	Zn	Sn	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0,53	2,53	0,081	0,094	0,14	0,031	0,035	1*10 ⁻³	8,7*10 ⁻³	3,5*10 ⁻⁴	-	0,012	4,6*10 ⁻³	0,012	0,028	0,054	0,23	3,9*10 ⁻³	-	-	-
2	0,14	1,3	0,82	0,045	0,051	0,21	1,4*10 ⁻³	6,3*10 ⁻³	8,1*10 ⁻³	8,1*10 ⁻⁴	-	3,8*10 ⁻³	5,5*10 ⁻³	8,1*10 ⁻³	0,082	0,015	0,038	-	-	-	-
3	0,16	1,4	0,92	0,051	0,054	0,25	2,2*10 ⁻³	8*10 ⁻³	0,013	1*10 ⁻³	-	4,1*10 ⁻³	4,1*10 ⁻³	0,014	0,043	0,024	0,044	-	-	-	-
4	0,51	0,75	0,051	0,083	0,073	0,21	0,035	1*10 ⁻³	8,7*10 ⁻³	3,5*10 ⁻⁴	-	0,012	4,6*10 ⁻³	0,017	0,031	0,054	0,23	3,5*10 ⁻³	-	-	-
5	0,54	0,53	0,13	0,19	0,11	0,5	-	8,6*10 ⁻³	0,014	4,2*10 ⁻⁴	-	0,012	4,2*10 ⁻³	0,011	0,055	4,2*10 ⁻³	0,25	3,8*10 ⁻⁴	-	-	-
6	0,42	2,54	0,28	0,046	0,45	0,27	1,9*10 ⁻³	0,015	0,024	8,9*10 ⁻⁴	-	0,012	1,5*10 ⁻⁴	0,019	0,051	0,071	0,081	1,9*10 ⁻³	-	-	-
7	0,19	1,87	0,12	0,047	0,07	0,82	2,4*10 ⁻⁴	-	0,018	8*10 ⁻⁴	-	6,8*10 ⁻³	0,012	6*10 ⁻³	0,11	0,08	0,08	-	-	-	-
8	0,27	0,94	0,04	0,06	0,08	0,45	8,6*10 ⁻⁴	5*10 ⁻³	0,016	1,2*10 ⁻³	-	5,4*10 ⁻³	5,9*10 ⁻³	0,025	0,057	0,031	0,04	-	-	-	-
9	0,51	3,78	0,15	0,11	0,15	0,15	7,9*10 ⁻⁴	7,2*10 ⁻³	0,029	1,6*10 ⁻³	-	0,01	0,016	0,075	0,03	0,06	0,12	-	-	-	-
10	0,19	1,87	0,12	0,047	0,07	0,85	2,6*10 ⁻⁴	-	0,014	8*10 ⁻⁴	-	6,8*10 ⁻³	0,012	6*10 ⁻³	0,11	0,08	0,08	-	-	-	-
11	0,31	3,98	0,16	0,083	0,24	0,48	3,1*10 ⁻³	0,014	0,026	3,1*10 ⁻³	-	2,8*10 ⁻³	0,023	0,034	0,022	0,031	1,2*10 ⁻³	-	-	-	-
12	0,41	6,6	0,36	0,15	0,066	0,77	-	4,4*10 ⁻³	0,01	2,3*10 ⁻⁴	-	6,6*10 ⁻³	4,2*10 ⁻³	0,015	0,044	0,07	0,14	3,2*10 ⁻³	-	-	-
13	0,54	0,66	0,054	0,079	0,069	0,24	7,1*10 ⁻⁴	7,2*10 ⁻³	0,029	1,6*10 ⁻³	-	0,01	0,016	0,075	0,03	0,06	0,12	-	-	-	-
14	0,34	3,74	0,19	0,11	0,15	0,15	2,4*10 ⁻³	0,012	0,036	1,5*10 ⁻³	-	6*10 ⁻³	1,5*10 ⁻³	9,1*10 ⁻³	0,049	0,03	7,4*10 ⁻³	-	-	-	-
15	0,72	1,98	0,14	0,1	0,12	1,39	-	8,9*10 ⁻³	0,026	2,0*10 ⁻³	-	0,036	4,1*10 ⁻³	0,02	0,13	0,093	0,15	-	-	-	-
16	0,23	0,94	0,04	0,06	0,09	0,43	1,2*10 ⁻³	6,6*10 ⁻⁴	7,3*10 ⁻³	7,3*10 ⁻⁴	-	4,6*10 ⁻³	0,033	4,4*10 ⁻³	0,034	0,034	0,056	1,5*10 ⁻³	0,7	-	-
17	0,35	6,6	0,36	0,15	0,066	0,77	5*10 ⁻³	8,3*10 ⁻³	0,025	2,5*10 ⁻³	-	3,2*10 ⁻⁴	0,03	0,14	0,011	0,024	0,05	-	-	-	-
18	0,31	8,52	0,33	0,14	0,14	0,91	2,3*10 ⁻³	-	0,019	1,4*10 ⁻³	-	-	0,014	0,034	0,014	0,067	0,11	-	-	-	-
19	0,15	1,7	0,8	0,068	0,04	0,8	2,1*10 ⁻⁴	-	0,013	8*10 ⁻⁴	-	6,8*10 ⁻³	0,012	6*10 ⁻³	0,11	0,08	0,08	-	-	-	-
20	0,32	2,29	0,47	0,1	0,086	1,43	2,4*10 ⁻³	0,015	0,036	1,5*10 ⁻³	-	6*10 ⁻³	1,5*10 ⁻³	9,1*10 ⁻³	0,041	0,033	6,8*10 ⁻³	-	-	-	-
21	0,43	3,78	0,15	0,11	0,15	0,15	7,1*10 ⁻³	5,5*10 ⁻³	3,9*10 ⁻³	2,3*10 ⁻³	0,89	0,55	2,3*10 ⁻³	0,027	1,6*10 ⁻³	0,18	7,8*10 ⁻⁴	-	1,11	-	-
22	0,42	3,01	0,28	0,019	0,45	0,27	1,6*10 ⁻³	9*10 ⁻³	0,028	1,6*10 ⁻³	-	0,012	4,6*10 ⁻³	0,028	0,076	0,044	0,031	-	-	-	-
23	0,24	0,33	0,027	0,022	0,12	0,25	1,2*10 ⁻³	6,6*10 ⁻⁴	7,3*10 ⁻³	7,3*10 ⁻⁴	-	4,6*10 ⁻³	0,033	4,4*10 ⁻³	0,031	0,037	0,056	1,5*10 ⁻³	0,73	-	-
24	0,37	1,69	0,74	0,19	0,11	1,54	1,2*10 ⁻³	9*10 ⁻³	0,028	1,6*10 ⁻³	-	0,012	4,6*10 ⁻³	0,028	0,076	0,044	0,031	-	-	-	-
25	0,26	1,44	0,21	0,09	0,05	0,63	8,6*10 ⁻⁴	5*10 ⁻³	0,016	1,2*10 ⁻³	-	5,4*10 ⁻³	5,9*10 ⁻³	0,021	0,057	0,033	0,04	-	-	-	-
26	0,52	2,53	0,074	0,082	0,16	0,023	3,5*10 ⁻³	9,2*10 ⁻³	0,028	1,6*10 ⁻³	-	0,028	1,6*10 ⁻³	9,5*10 ⁻³	0,066	0,06	0,12	0,079	-	-	-
27	0,93	1,98	0,14	0,1	0,12	1,39	-	8,9*10 ⁻³	0,026	2,0*10 ⁻³	-	0,036	4,4*10 ⁻³	0,02	0,13	0,09	0,15	-	-	-	-
28	0,57	0,48	0,038	0,069	0,01	0,12	-	7,7*10 ⁻³	0,017	8,1*10 ⁻³	-	0,031	3,8*10 ⁻³	2,1*10 ⁻³	0,046	0,038	0,13	-	-	-	-
29	0,54	0,76	0,054	0,081	0,069	0,24	0,035	1*10 ⁻³	8,7*10 ⁻³	3,5*10 ⁻⁴	-	0,012	4,6*10 ⁻³	0,012	0,031	0,054	0,23	3,5*10 ⁻³	-	-	-
30	0,49	0,45	0,023	0,11	0,11	0,5	-	4,7*10 ⁻³	0,01	2,3*10 ⁻⁴	-	6,6*10 ⁻³	4,2*10 ⁻³	0,015	0,044	0,05	0,14	3,2*10 ⁻³	-	-	-
31	0,63	0,53	0,13	0,19	0,11	0,28	-	8,6*10 ⁻³	0,014	4,2*10 ⁻⁴	-	0,012	4,2*10 ⁻³	0,011	0,051	4,2*10 ⁻³	0,25	3,8*10 ⁻⁴	-	-	-
32	0,096	0,63	0,021	0,009	0,096	0,2	1,3*10 ⁻⁴	2,7*10 ⁻³	9,6*10 ⁻³	4,2*10 ⁻⁴	-	6,1*10 ⁻³	3,8*10 ⁻³	3,4*10 ⁻³	0,026	0,021	0,026	-	-	-	-
33	0,13	1,3	0,81	0,042	0,049	0,24	1,8*10 ⁻³	6,3*10 ⁻³	8,1*10 ⁻³	8,1*10 ⁻⁴	-	3,8*10 ⁻³	5,5*10 ⁻³	8,1*10 ⁻³	0,082	0,015	0,038	-	-	-	-
34	0,34	1,66	0,1	0,1	0,1	0,49	1,7*10 ⁻³	4,7*10 ⁻³	0,019	1*10 ⁻³	-	4,2*10 ⁻³	0,01	0,015	0,044	0,022	0,21	3,1*10 ⁻⁴	-	-	-
35	0,19	1,87	0,12	0,047	0,07	0,82	1,9*10 ⁻³	5,3*10 ⁻³	0,012	1,2*10 ⁻³	-	1,9*10 ⁻³	2,6*10 ⁻³	7*10 ⁻³	0,049	0,017	0,055	-	-	-	-
36	0,31	8,52	0,33	0,14	0,14	0,99	3,1*10 ⁻³	0,014	0,026	3,1*10 ⁻³	-	2,8*10 ⁻³	0,023	0,034	0,027	0,031	1,2*10 ⁻³	-	-	-	-

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
37	0,35	3,98	0,16	0,083	0,24	0,48	3,5*10 ⁻³	7,2*10 ⁻³	0,021	1,6*10 ⁻³	-	0,01	0,016	9,5*10 ⁻³	0,11	0,06	0,21	-	-	-	-
38	0,17	1,7	0,8	0,068	0,04	0,8	2,4*10 ⁻⁴	-	0,013	8*10 ⁻⁴	-	6,8*10 ⁻³	0,012	6*10 ⁻³	0,11	0,08	0,08	-	-	-	-
39	0,07	0,64	0,02	0,03	0,097	0,14	4,9*10 ⁻⁴	1,6*10 ⁻³	9,7*10 ⁻³	2,9*10 ⁻⁴	-	6,1*10 ⁻³	9,7*10 ⁻³	3,4*10 ⁻³	0,026	0,03	3,5*10 ⁻³	1,9*10 ⁻³	-	-	-
40	0,23	0,94	0,04	0,06	0,09	0,43	-	-	0,019	3,2*10 ⁻⁴	-	9*10 ⁻³	5,7*10 ⁻³	8,6*10 ⁻³	0,06	0,03	-	-	-	-	-
41	0,41	3,01	0,28	0,019	0,45	0,27	1,9*10 ⁻³	0,015	0,024	8,9*10 ⁻⁴	-	0,012	1,5*10 ⁻⁴	0,019	0,051	0,071	0,088	1,9*10 ⁻³	-	-	-
42	0,24	2,85	0,73	0,102	0,073	0,34	1,2*10 ⁻³	6,6*10 ⁻⁴	7,3*10 ⁻³	7,3*10 ⁻⁴	-	4,6*10 ⁻³	0,033	4,4*10 ⁻³	0,031	0,034	0,056	1,5*10 ⁻³	0,73	-	-
43	0,33	3,78	0,15	0,11	0,15	0,15	2,4*10 ⁻³	0,015	0,036	1,5*10 ⁻³	-	6*10 ⁻³	1,5*10 ⁻³	9,1*10 ⁻³	0,041	0,033	7,9*10 ⁻³	-	-	-	-
44	0,1	8,76	0,22	0,15	0,022	-	-	-	0,019	3,2*10 ⁻³	-	0,015	1,5*10 ⁻⁴	0,02	1,5*10 ⁻³	0,038	-	-	-	-	-
45	0,53	6,2	0,37	0,11	0,24	2,31	7,9*10 ⁻⁴	7,2*10 ⁻³	0,029	1,6*10 ⁻³	-	0,01	0,016	0,075	0,03	0,06	0,12	-	-	-	-
46	0,32	2,29	0,47	0,1	0,086	1,43	2,3*10 ⁻³	-	0,019	1,4*10 ⁻³	-	-	0,014	0,034	0,014	0,067	0,11	-	-	-	-
47	0,36	6,6	0,36	0,15	0,066	0,77	2,4*10 ⁻³	8,6*10 ⁻³	0,02	2,4*10 ⁻³	-	3,3*10 ⁻⁴	7,5*10 ⁻³	0,052	0,046	0,024	4*10 ⁻³	-	-	-	-
48	0,35	1,69	0,74	0,19	0,11	1,54	5*10 ⁻³	8,3*10 ⁻³	0,025	2,5*10 ⁻³	-	3,2*10 ⁻⁴	0,03	0,14	0,011	0,028	0,05	-	-	-	-
49	0,17	6,18	0,16	0,14	0,1	0,31	2,2*10 ⁻³	8*10 ⁻³	0,013	1*10 ⁻³	-	4,1*10 ⁻³	4,1*10 ⁻³	0,014	0,043	0,027	0,048	-	-	-	-
50	0,29	1,44	0,21	0,09	0,05	0,63	2*10 ⁻³	7*10 ⁻³	0,012	9*10 ⁻⁴	-	5,7*10 ⁻³	9*10 ⁻³	0,042	0,059	0,023	0,042	-	-	-	-
51	0,38	2,88	0,27	0,28	0,12	0,54	1,2*10 ⁻³	9*10 ⁻³	0,028	1,6*10 ⁻³	-	0,012	4,6*10 ⁻³	0,028	0,076	0,044	0,031	-	-	-	-
52	0,28	3,35	0,198	0,086	0,052	0,6	8,6*10 ⁻⁴	5*10 ⁻³	0,016	1,2*10 ⁻³	-	5,4*10 ⁻³	5,9*10 ⁻³	0,021	0,057	0,033	0,04	-	-	-	-
53	0,096	0,043	0,0086	0,038	0,0058	-	9,6*10 ⁻⁴	2,7*10 ⁻³	5,8*10 ⁻³	2,1*10 ⁻⁴	-	9,6*10 ⁻³	-	5,8*10 ⁻³	9,6*10 ⁻⁴	0,037	0,045	1,9*10 ⁻³	0,13	-	-
54	0,23	0,034	0,0017	0,042	0,015	-	1,3*10 ⁻⁴	1,1*10 ⁻³	4,6*10 ⁻⁴	1,7*10 ⁻⁴	0,342	0,63	1,7*10 ⁻³	3,4*10 ⁻³	8*10 ⁻⁴	0,023	0,013	2,4*10 ⁻³	0,103	0,009	-
55	0,36	0,33	0,027	0,022	0,12	-	1,1*10 ⁻³	4,2*10 ⁻³	8,9*10 ⁻³	1,7*10 ⁻³	1,28	3,99	0,014	0,022	7,8*10 ⁻⁴	0,14	4,4*10 ⁻³	7,2*10 ⁻⁴	0,11	0,083	0,39
56	0,31	0,13	0,0071	0,14	0,14	-	7,2*10 ⁻⁴	6,7*10 ⁻³	2,9*10 ⁻³	7,7*10 ⁻⁴	0,58	0,67	4,8*10 ⁻³	0,014	6,7*10 ⁻⁴	0,14	0,021	2,4*10 ⁻³	0,47	0,029	0,19
57	0,36	0,66	0,021	0,089	0,13	-	2,9*10 ⁻³	8,9*10 ⁻³	9,8*10 ⁻³	3,6*10 ⁻³	4,81	2,58	0,018	0,031	8*10 ⁻⁴	0,21	8,9*10 ⁻³	3,6*10 ⁻⁴	0,116	0,0012	-
58	0,55	1,25	0,062	0,47	0,12	-	7,8*10 ⁻³	5,5*10 ⁻³	3,9*10 ⁻³	2,3*10 ⁻³	0,89	0,55	2,3*10 ⁻³	0,027	1,6*10 ⁻³	0,18	7,8*10 ⁻⁴	-	1,14	-	-
59	0,085	0,031	0,0031	0,019	0,02	-	1,3*10 ⁻⁴	4,6*10 ⁻³	1,2*10 ⁻³	1,5*10 ⁻⁴	0,14	1,39	2,3*10 ⁻⁴	3,9*10 ⁻³	5,4*10 ⁻⁴	0,014	1,8*10 ⁻³	-	0,08	-	-
60	0,16	0,087	0,0047	0,017	6,6	-	6,5*10 ⁻⁴	1,7*10 ⁻³	0,07	3,5*10 ⁻⁴	0,52	0,61	1,8*10 ⁻³	1,4*10 ⁻³	4,4*10 ⁻⁴	0,035	0,019	-	0,77	-	-
61	0,075	0,2	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6*10 ⁻³	-	-	0,2	-	-
62	0,75	1	-	-	0,75	-	4*10 ⁻⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,07	-	1	-	-
63	1,6	1,6	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0,03	0,05	-	1	-	-
64	0,016	0,5	0,03	-	0,4	-	-	-	2*10 ⁻³	-	-	-	-	0,1	-	0,03	-	-	0,1	-	-
65	3,6	8,4	0,08	0,06	1,8	-	1,2*10 ⁻³	-	-	-	-	6	-	0,1	-	0,2	0,15	-	2,4	0,07	24
66	3,2	4	-	0,04	1,2	-	-	-	0,01	-	-	3,2	-	0,08	-	0,03	0,1	-	4	-	16
67	4,2	2,7	-	0,04	1	-	-	-	2*10 ⁻³	-	-	3,5	-	-	-	0,02	-	-	1,7	-	-
68	1,2	1,2	-	-	0,5	-	-	-	1*10 ⁻⁴	-	-	0,7	2*10 ⁻³	-	-	0,01	0,04	-	1,2	-	-
69	3,6	4,5	-	0,03	1,2	-	-	-	3*10 ⁻³	-	0,9	4,5	3*10 ⁻³	-	-	0,02	-	-	1,5	-	-
70	7,5	7,5	-	-	2	-	-	-	5*10 ⁻³	-	-	30	-	0,1	-	0,15	0,5	-	-	-	50
71	3	3	-	-	0,8	-	3*10 ⁻⁴	-	-	-	-	4	2*10 ⁻³	0,04	-	0,03	0,05	-	0,8	-	30
72	5	5	-	-	1,4	-	3*10 ⁻⁴	-	-	-	-	7	4*10 ⁻³	0,07	-	0,05	0,08	-	0,3	-	15
73	8	120	-	0,06	2,4	-	-	-	6*10 ⁻³	-	1,8	6	-	0,12	-	0,12	0,18	6*10 ⁻⁴	-	-	60
74	5,4	9	-	0,05	1,8	-	-	-	8*10 ⁻³	-	1,3	5,4	-	0,12	-	0,3	0,11	5*10 ⁻⁴	-	-	55
75	3,6	2,4	-	0,03	1,5	-	-	-	3*10 ⁻³	-	-	4,5	-	-	-	0,02	-	-	1,2	-	-
76	3,6	1,8	-	0,08	1,2	-	-	-	2*10 ⁻³	-	-	2,4	-	-	0,16	-	0,21	0,09	-	1,2	-
77	3	1,5	-	-	0,8	-	-	-	3*10 ⁻³	-	-	2	-	-	-	0,03	-	-	1	-	17,5

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
78	0,1	3,2	-	-	1,6	-	-	-	-	-	1,6	4	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-
79	9	6	-	-	7,5	-	-	-	-	-	-	7,5	-	0,18	-	0,5	-	-	-	-	-
80	3	0,7	-	-	0,2	-	-	-	6*10 ⁻³	-	-	6	-	-	-	0,015	0,15	-	-	-	22
81	2,4	1,6	-	0,02	0,6	-	-	-	-	-	-	3	-	0,06	-	0,034	-	-	0,8	-	-
82	4,8	3,6	0,08	-	1,8	-	-	-	2*10 ⁻³	-	-	7,2	-	-	-	0,08	2,4	-	2,4	0,7	-
83	6	110	0,11	-	5,5	-	-	-	-	-	2,2	5,5	-	0,3	0,15	0,5	-	-	-	-	-
84	3,5	20	0,1	0,2	5	-	-	-	0,01	-	5	6	6*10 ⁻³	0,8	-	0,7	0,15	7*10 ⁻⁴	-	-	25
85	1,6	0,8	Сл.	-	0,8	-	-	-	5*10 ⁻³	-	-	2	-	-	-	0,016	-	-	3	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Химический состав подземных вод горнодобывающего района

№ п/п	рН	Общая жесткость мг/экв	Окисляемость мг О ₂ /л	Макрокомпонентный состав								Мезокомпонентный состав				Минерализация г/л	Тип воды
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	CL ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe _{общ}	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻		
				мг/л													
1	6,51	1,5	1,4	132	122	80	642,6	10	12	292,5	4,65	0,2	0,1	1,7	0,25	1,237	CLNa
2	6,73	0,3	2,2	420	122	56	74,55	2	2,4	187	4	0,1	0,05	1,87	0,08	0,808	CO ₃ Na
3	8,00	5,1	0,2	-	372,1	25	17,75	40	37,2	8,5	1	0,4	0,1	1,02	0,07	0,317	HCO ₃ MgCa
4	8,40	4,9	0,5	-	256,2	25	55,03	40	34,8	8,3	4,4	0,5	0,1	0,68	0,05	0,297	HCO ₃ ClMgCa
5	8,55	6,3	0,2	-	451,4	31	15,98	86	24	18	1,4	0,3	0,08	1,94	0,04	0,404	HCO ₃ CaMg
6	8,60	6,1	0,3	-	451,4	25	15,98	30	55,2	17	1,3	0,1	0,03	1,6	0,03	0,372	HCO ₃ MgCa
7	8,39	5,5	4,0	-	378,2	2,6	14,2	58	31,2	11,1	1,2	0,2	0,08	0,75	0,09	0,332	HCO ₃ CaMg
8	8,63	4,8	0,2	-	366	25	17,75	28	40,8	12	1,2	0,15	0,1	2,04	0,03	0,310	HCO ₃ MgCa
9	8,44	5,0	0,3	-	427	25	17,75	34	39,6	11,5	1,05	0,2	0,07	2,14	0,02	0,345	HCO ₃ MgCa
10	8,67	5,2	1,7	-	414,8	25	17,75	80	14,4	11,6	1,2	0,25	0,05	1,19	0,02	0,359	HCO ₃ CaMg
11	8,44	5,6	0,3	-	390,4	25	15,98	30	49,2	13	3,4	0,33	0,08	0,41	0,01	0,333	HCO ₃ MgCa
12	8,38	4,2	0,2	-	378,2	25	14,2	38	27,6	8	0,9	0,2	0,05	0,85	0,02	0,304	HCO ₃ MgCa
13	8,40	4,5	0,2	-	353,8	24	17,75	32	34,8	8,5	1,5	0,25	0,09	4,79	0,02	0,301	HCO ₃ MgCa
14	8,41	5,0	0,2	-	427	25	17,75	48	31,2	15	14,3	0,25	0,05	1,19	0,02	0,366	HCO ₃ MgCa
15	8,75	5,0	1,1	-	420,9	23	15,98	68	19,2	14,5	3,3	0,15	0,09	2,07	0,05	0,357	HCO ₃ CaMg
16	8,30	5,2	0,4	-	439,2	25	14,2	30	44,4	10,2	2,6	0,2	0,05	3,23	0,03	0,350	HCO ₃ MgCa
17	8,45	5,3	0,3	-	378,2	24	15,98	34	43,2	15,5	1,5	0,2	0,05	3,91	0,03	0,341	HCO ₃ MgCa
18	7,84	5,5	1,4	-	341,6	25	35,5	82	16,8	81,5	13,1	0,2	0,3	8,16	0,15	0,434	HCO ₃ CaNa
19	7,81	6,1	1,8	-	402,6	26	31,95	110	7,2	85	19,3	0,2	0,3	8,16	0,15	0,491	HCO ₃ CaNa
20	8,15	4,2	1,4	-	305	27	14,2	40	26,4	96	6	0,15	0,05	0,51	0,1	0,361	HCO ₃ NaMgCa
21	8,29	4,9	3,0	-	268,4	26	24,85	32	39,6	86	16,3	0,2	0,6	25,5	0,6	0,368	HCO ₃ NaMg
22	8,32	5,5	1,8	-	341,6	35	24,85	14	57,6	108	5,3	4,5	0,15	0,17	0,03	0,480	HCO ₃ NaMg
23	8,45	4,6	4,0	-	329,4	25	26,63	38	32,4	75	2,3	0,05	0,15	0,85	0,02	0,365	HCO ₃ NaMgCa
24	9,43	2,3	10,5	86	85,4	25	31,95	12	20,4	44,16	-	0,3	1	5,78	0,4	0,22	HCO ₃ CO ₃ CLNaMg
25	8,47	4,3	1,2	-	256,2	24	35,5	26	36	32,2	-	6	0,7	22,1	1,2	0,312	HCO ₃ MgNaCa

Таблица 1

Магнитная восприимчивость приповерхностных грунтов

№ т.н.	Магнитная восприимчивость χ в ед.СИ.	№ т.н.	Магнитная восприимчивость χ в ед.СИ.	№ т.н.	Магнитная восприимчивость χ в ед.СИ.
9/15	$275 \cdot 10^{-5}$	123	$1800 \cdot 10^{-3}$	448	$89 \cdot 10^{-5}$
9/13	$950 \cdot 10^{-3}$	143	$3100 \cdot 10^{-3}$	463	$820 \cdot 10^{-3}$
9/11	$720 \cdot 10^{-3}$	150	$1000 \cdot 10^{-3}$	464	$125 \cdot 10^{-5}$
9/3	$750 \cdot 10^{-3}$	156	$1020 \cdot 10^{-3}$	468	$4120 \cdot 10^{-3}$
9	$4000 \cdot 10^{-3}$	157	$6100 \cdot 10^{-3}$	476	$1200 \cdot 10^{-3}$
14	$290 \cdot 10^{-5}$	159	$4250 \cdot 10^{-3}$	495	$3220 \cdot 10^{-3}$
15	$310 \cdot 10^{-3}$	163	$6800 \cdot 10^{-3}$	499	$310 \cdot 10^{-5}$
16	$1800 \cdot 10^{-3}$	165	$9200 \cdot 10^{-3}$	507	$1200 \cdot 10^{-3}$
20	$2500 \cdot 10^{-3}$	166	$9800 \cdot 10^{-3}$	514	$2500 \cdot 10^{-3}$
22	$250 \cdot 10^{-5}$	175	$5150 \cdot 10^{-3}$	517	$690 \cdot 10^{-3}$
25	$120 \cdot 10^{-5}$	177	$6150 \cdot 10^{-3}$	523	$6900 \cdot 10^{-3}$
27	$301 \cdot 10^{-5}$	179	$5900 \cdot 10^{-3}$	527	$7120 \cdot 10^{-3}$
30	$1900 \cdot 10^{-3}$	181	$7250 \cdot 10^{-3}$	531	$3500 \cdot 10^{-3}$
33	$80 \cdot 10^{-5}$	199	$120 \cdot 10^{-5}$	536	$3200 \cdot 10^{-3}$
35	$220 \cdot 10^{-5}$	212	$120 \cdot 10^{-5}$	539	$2090 \cdot 10^{-3}$
45	$350 \cdot 10^{-3}$	214	$214 \cdot 10^{-5}$	549	$8200 \cdot 10^{-3}$
61	$65 \cdot 10^{-5}$	222	$3100 \cdot 10^{-3}$	555	$7400 \cdot 10^{-3}$
63	$280 \cdot 10^{-5}$	230	$2200 \cdot 10^{-3}$	560	$8350 \cdot 10^{-3}$
63	$190 \cdot 10^{-5}$	232	$2150 \cdot 10^{-3}$	571	$2100 \cdot 10^{-3}$
64	$310 \cdot 10^{-5}$	236	$7200 \cdot 10^{-3}$	599	$6200 \cdot 10^{-3}$
64	$20 \cdot 10^{-5}$	242	$1200 \cdot 10^{-3}$	600	$7100 \cdot 10^{-3}$
70	$220 \cdot 10^{-5}$	250	$2100 \cdot 10^{-3}$	603	$2950 \cdot 10^{-3}$
75	$3200 \cdot 10^{-3}$	400	$300 \cdot 10^{-5}$	610	$3100 \cdot 10^{-3}$
81	$5250 \cdot 10^{-3}$	401	$420 \cdot 10^{-3}$	611	$4200 \cdot 10^{-3}$
88	$5500 \cdot 10^{-3}$	405	$350 \cdot 10^{-3}$	615	$4900 \cdot 10^{-3}$
95	$2650 \cdot 10^{-3}$	419	$2300 \cdot 10^{-3}$	617	$108 \cdot 10^{-5}$
99	$2200 \cdot 10^{-3}$	422	$3810 \cdot 10^{-3}$	627	$4120 \cdot 10^{-3}$
106	$20 \cdot 10^{-5}$	428	$90 \cdot 10^{-5}$	628	$5900 \cdot 10^{-3}$
109	$190 \cdot 10^{-5}$	433	$80 \cdot 10^{-5}$	633	$8920 \cdot 10^{-3}$
111	$250 \cdot 10^{-5}$	446	$100 \cdot 10^{-5}$	704	$4200 \cdot 10^{-3}$

Таблица 2

Магнитная индукция приповерхностных грунтов

№ пробы	Магнитная индукция $\cdot 10^3$ нТл	№ пробы	Магнитная индукция $\cdot 10^3$ нТл	№ пробы	Магнитная индукция $\cdot 10^3$ нТл
1	2	1	2	1	2
1	3,5	61	3,5	121	3,2
2	2,1	62	3,9	122	3,3
3	5,0	63	4,4	123	3,6
4	6,0	64	6,4	124	3,8
5	7,3	65	6,8	125	4,8
6	8,0	66	8,8	126	6,6
1	2	1	2	1	2

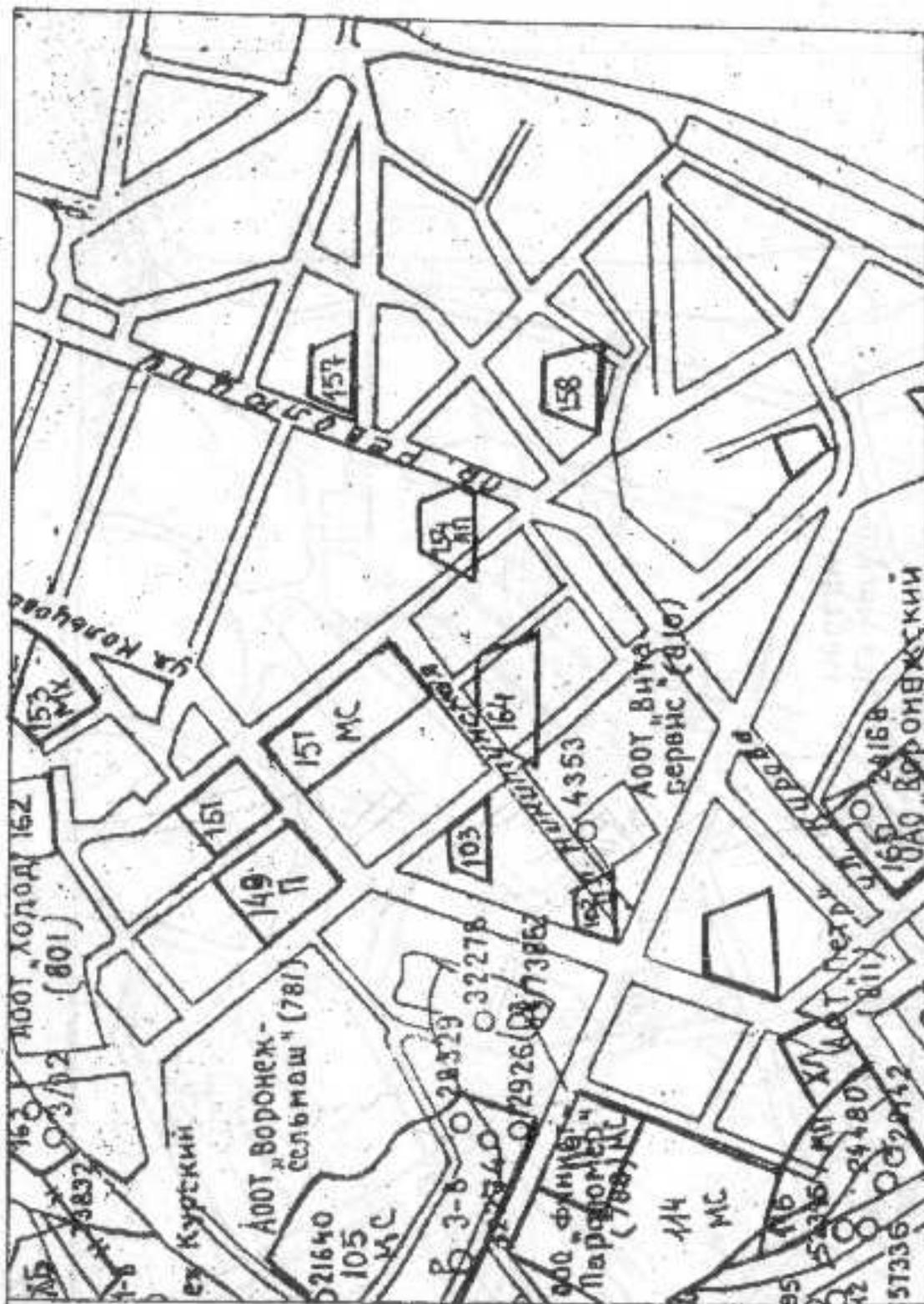
7	2,8	67	1,8	127	1,7
8	3,4	68	2,9	128	2,9
9	4,1	69	3,9	129	3,7
10	5,8	70	5,8	130	5,8
11	6,4	71	6,7	131	6,3
12	7,0	72	8,1	132	7,7
13	3,9	73	3,7	133	3,3
14	4,5	74	4,9	134	3,5
15	5,8	75	5,3	135	3,9
16	6,4	76	6,1	136	4,8
17	6,8	77	6,4	137	5,9
18	7,5	78	6,9	138	6,7
19	2,7	79	1,9	139	2,1
20	3,9	80	2,7	140	3,5
21	4,5	81	3,7	141	4,4
22	5,8	82	4,4	142	5,1
23	6,7	83	5,6	143	6,5
24	7,4	84	6,6	144	7,4
25	3,3	85	2,9	145	3,2
26	4,0	86	3,6	146	4,0
27	4,8	87	4,5	147	4,3
28	5,2	88	5,6	148	5,8
29	5,9	89	6,7	148	6,7
30	6,6	90	7,9	150	7,9
31	3,0	91	1,4	151	1,2
32	3,9	92	2,7	152	2,3
33	4,5	93	3,8	153	3,5
34	4,8	94	5,7	154	4,8
35	5,0	95	6,2	155	5,9
36	6,6	96	6,9	156	6,7
37	2,5	97	3,3	157	2,2
38	3,8	98	3,9	158	3,7
39	4,2	99	4,5	159	4,4
40	5,9	100	5,8	160	5,7
41	6,4	101	6,6	161	6,6
42	6,7	102	8,2	162	7,4
43	3,8	103	3,7	163	3,3
44	4,6	104	3,9	164	4,9
45	5,1	105	4,4	165	5,2
46	5,7	106	5,6	166	6,4
47	6,4	107	6,1	167	6,7
48	6,9	108	7,2	168	7,7
49	3,3	109	2,7	169	2,1
50	3,9	110	4,2	170	2,7
51	4,3	111	5,1	171	3,9
52	5,8	112	6,1	172	4,4
53	6,6	113	7,3	173	5,9
54	7,9	114	8,2	174	7,1
55	3,2	115	3,9	175	1,1
56	3,8	116	4,3	176	2,5
57	4,7	117	5,1	177	4,0
58	5,5	118	5,9	178	5,5
59	6,3	119	6,2	179	6,4
60	7,7	120	7,4	180	7,8

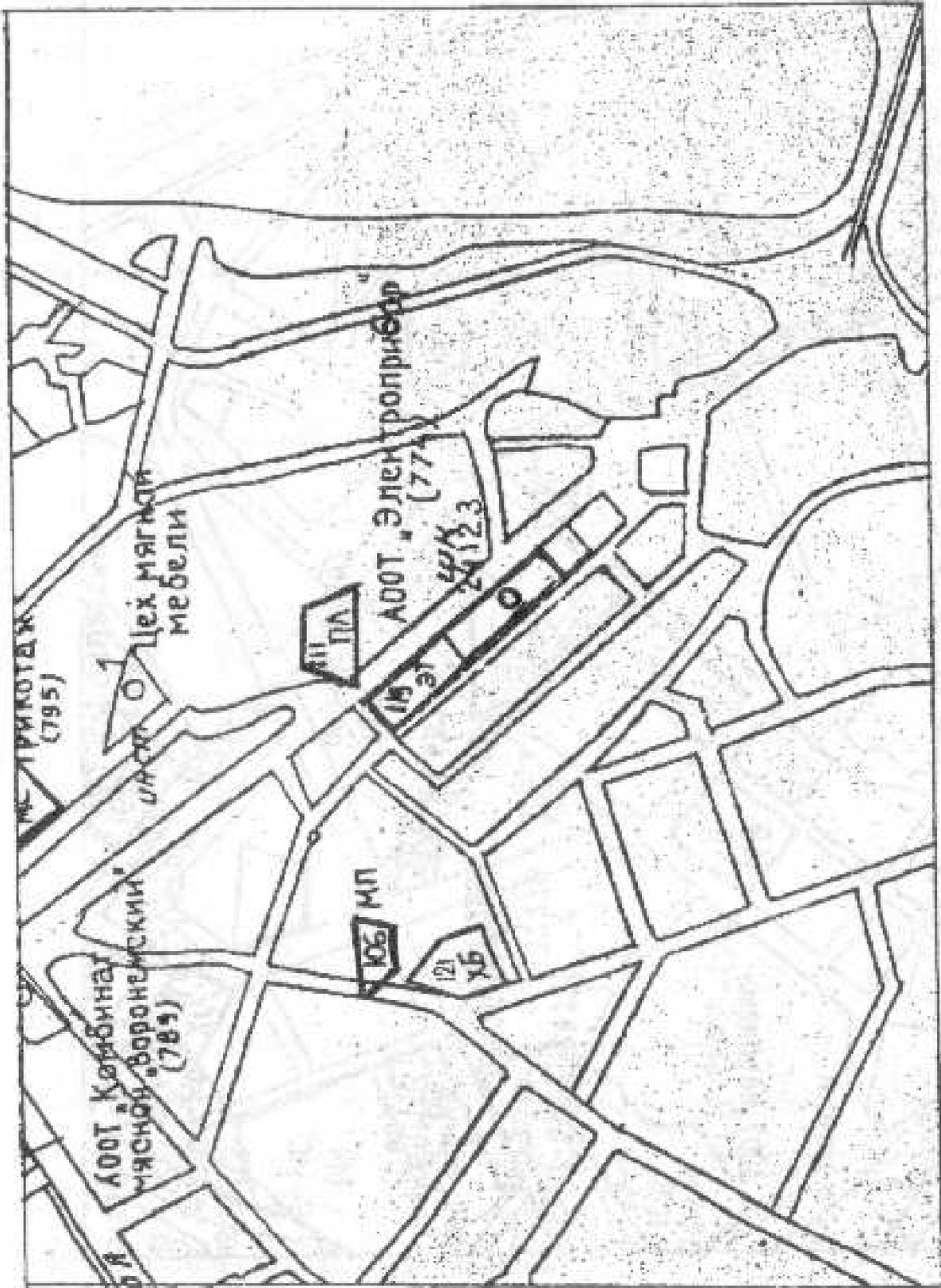
Продолжение приложения 6

Концентрации элементов в золе растений

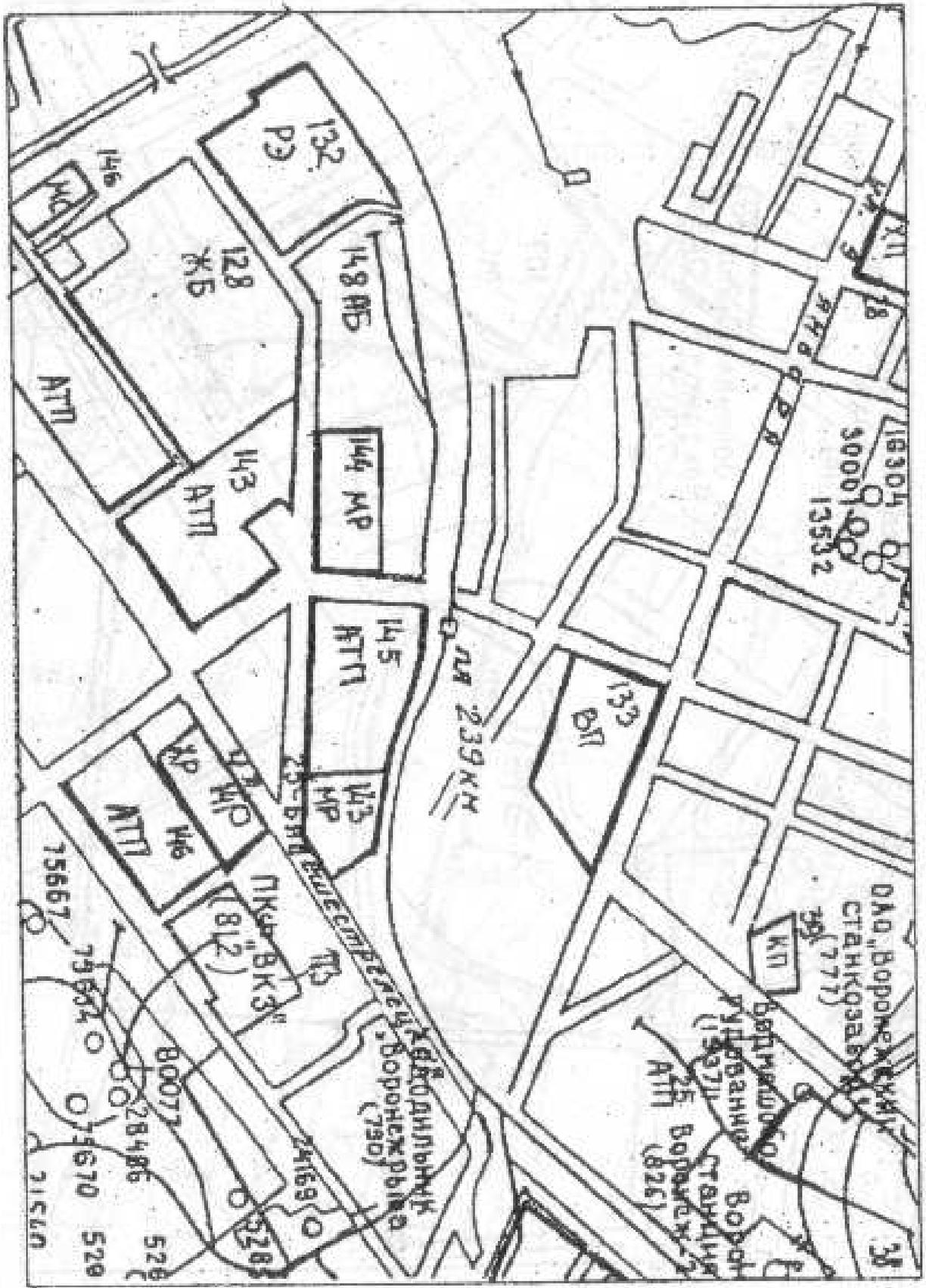
№ пробы	Концентрация тяжелых металлов в пробе (мг/кг)					№ пробы	Концентрация тяжелых металлов в пробе (мг/кг)				
	Mn	V	Cr	Pb	Sn		Mn	V	Cr	Pb	Sn
1	1001	78	105	40	3,2	20	1035	115	70	35	3
2	1645	95	145	50	4	21	785	55	35	285	2
3	1695	110	125	55	7	22	1585	95	95	55	2
4	1895	115	135	60	6	23	1635	105	75	65	2,5
5	1495	105	90	50	5	24	585	95	55	25	2,5
6	1045	115	105	40	4	25	1585	100	105	35	3,2
7	1005	35	55	35	5	27	785	75	75	35	2
8	1025	115	505	50	4	28	903	83	93	43	6,8
9	1245	125	155	55	6	29	753	93	83	63	5,2
10	795	85	85	45	5	30	803	113	93	53	5,1
11	760	90	110	55	4	31	1003	98	103	63	4,5
12	710	100	90	55	3,8	32	803	113	93	53	6,5
13	660	100	100	55	3,9	35	1103	113	73	53	5,3
14	1260	135	120	50	1,5	36	903	98	83	43	6,2
15	1110	120	100	60	1,5	37	753	108	83	53	7
16	1160	60	65	60	1,7	38	953	103	98	58	5,2
18	1110	95	80	65	2,5	39	790	80	80	30	2
19	1010	95	80	55	3	40	590	20	20	10	3,6

Карта участка г. Воронежа
Масштаб 1:5000

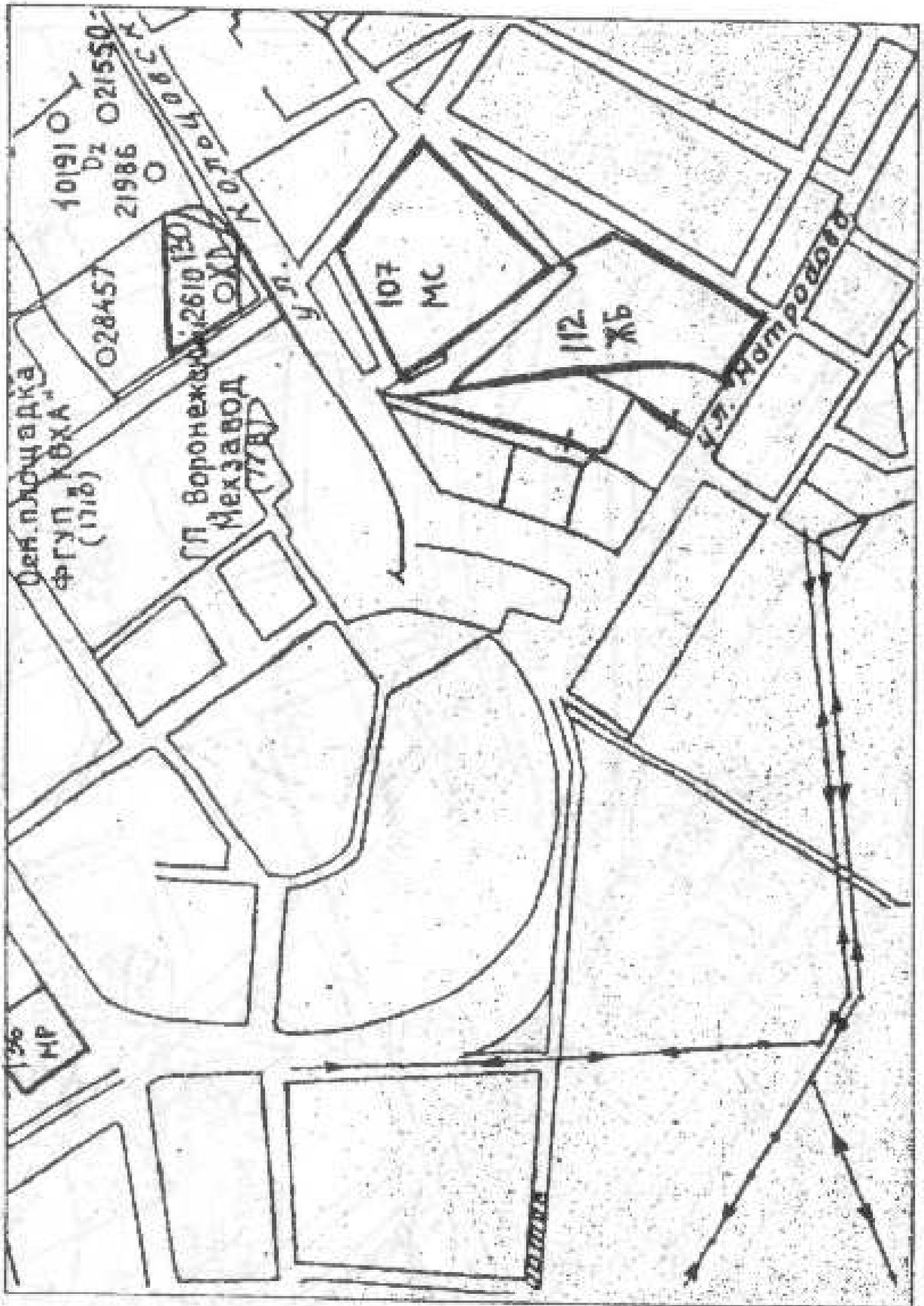


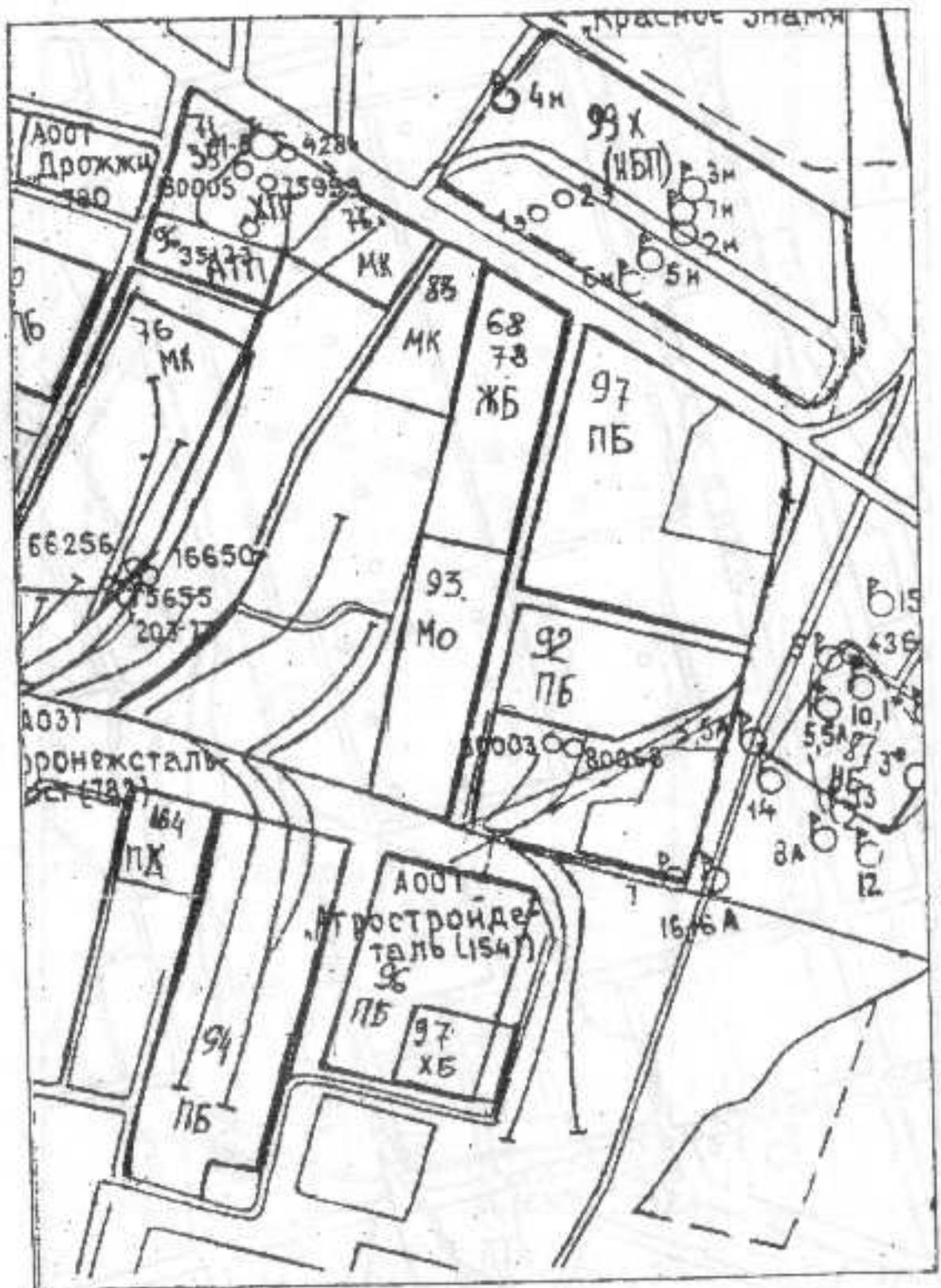


вариант 2

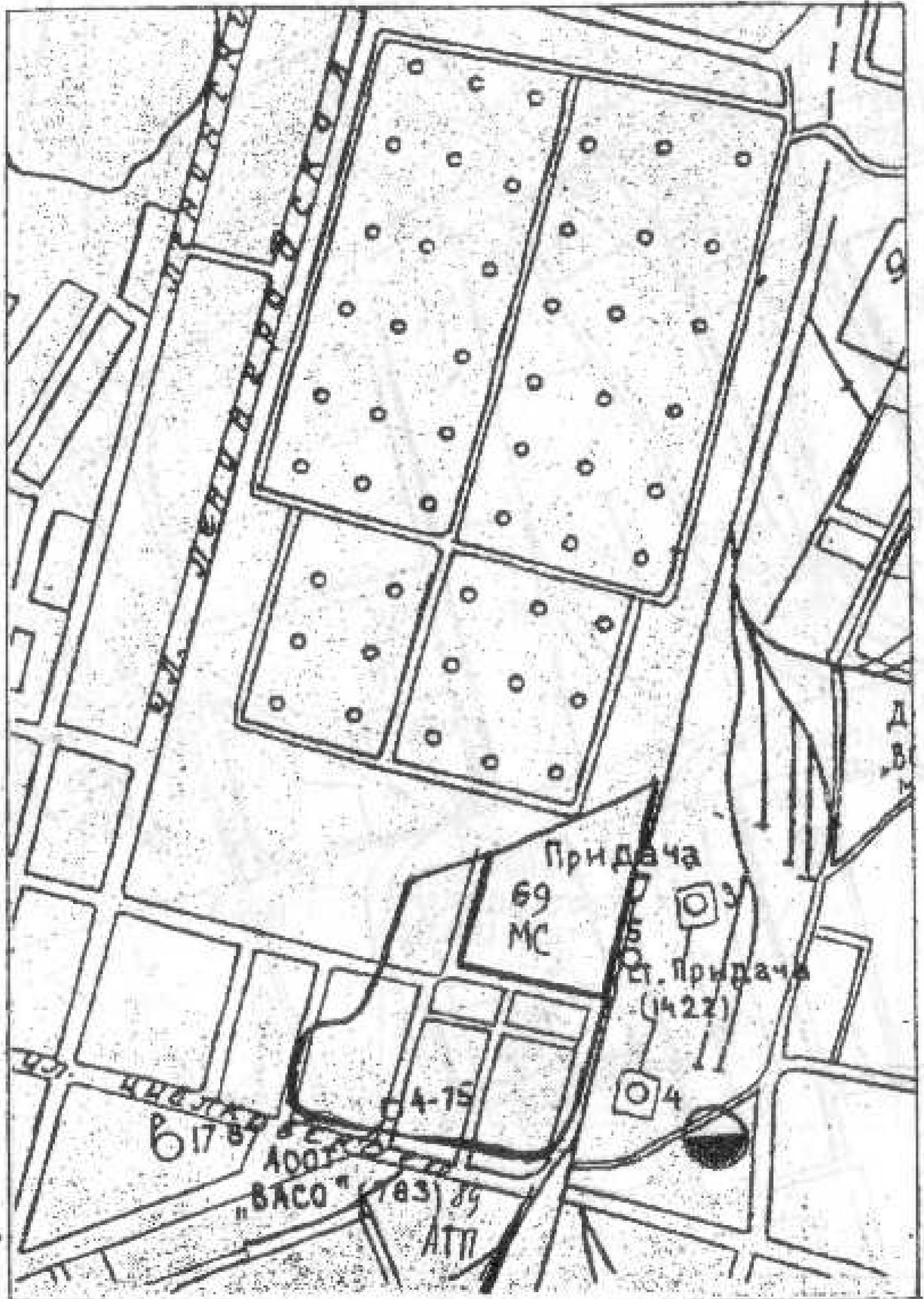


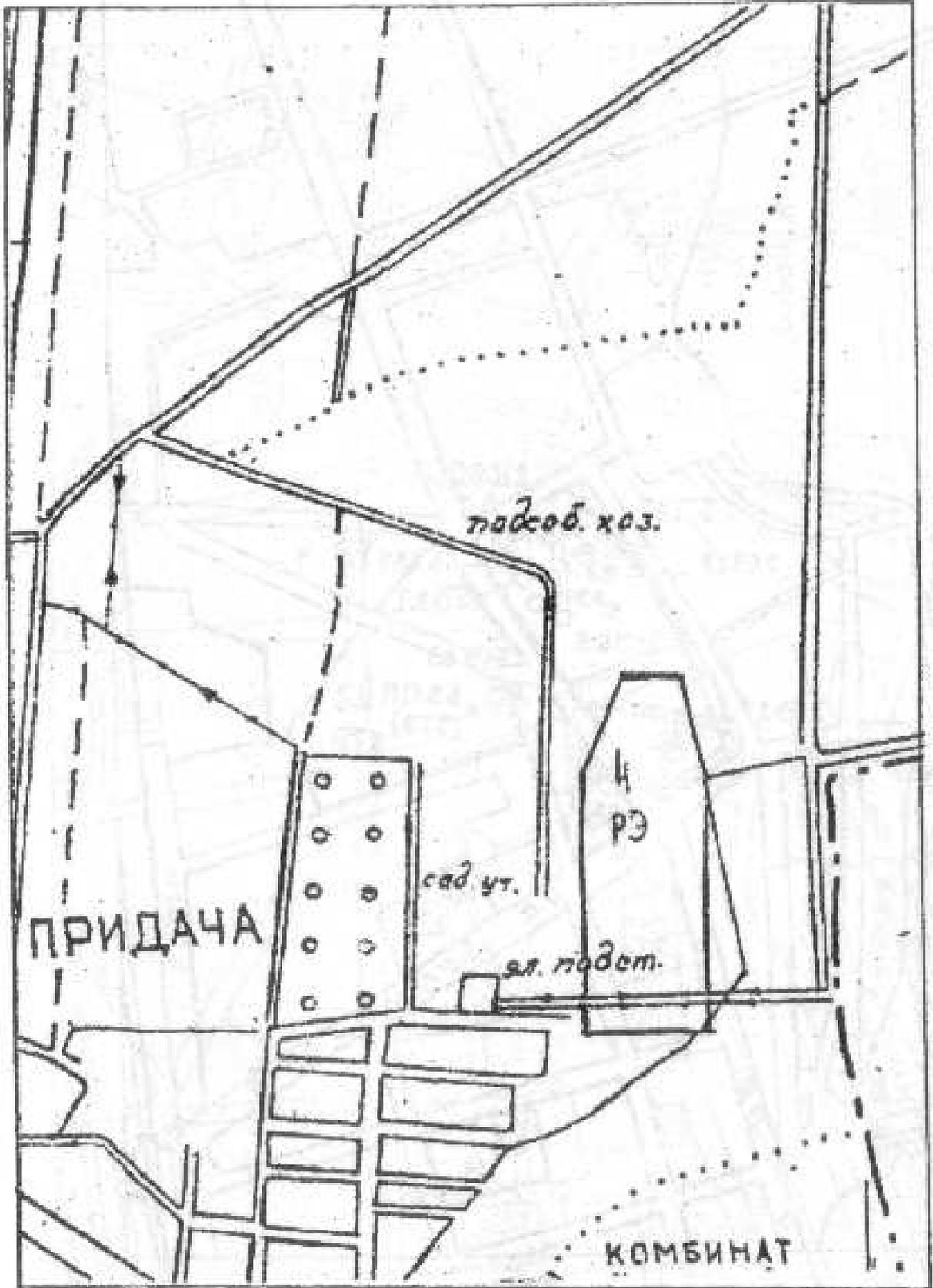
вариант 3



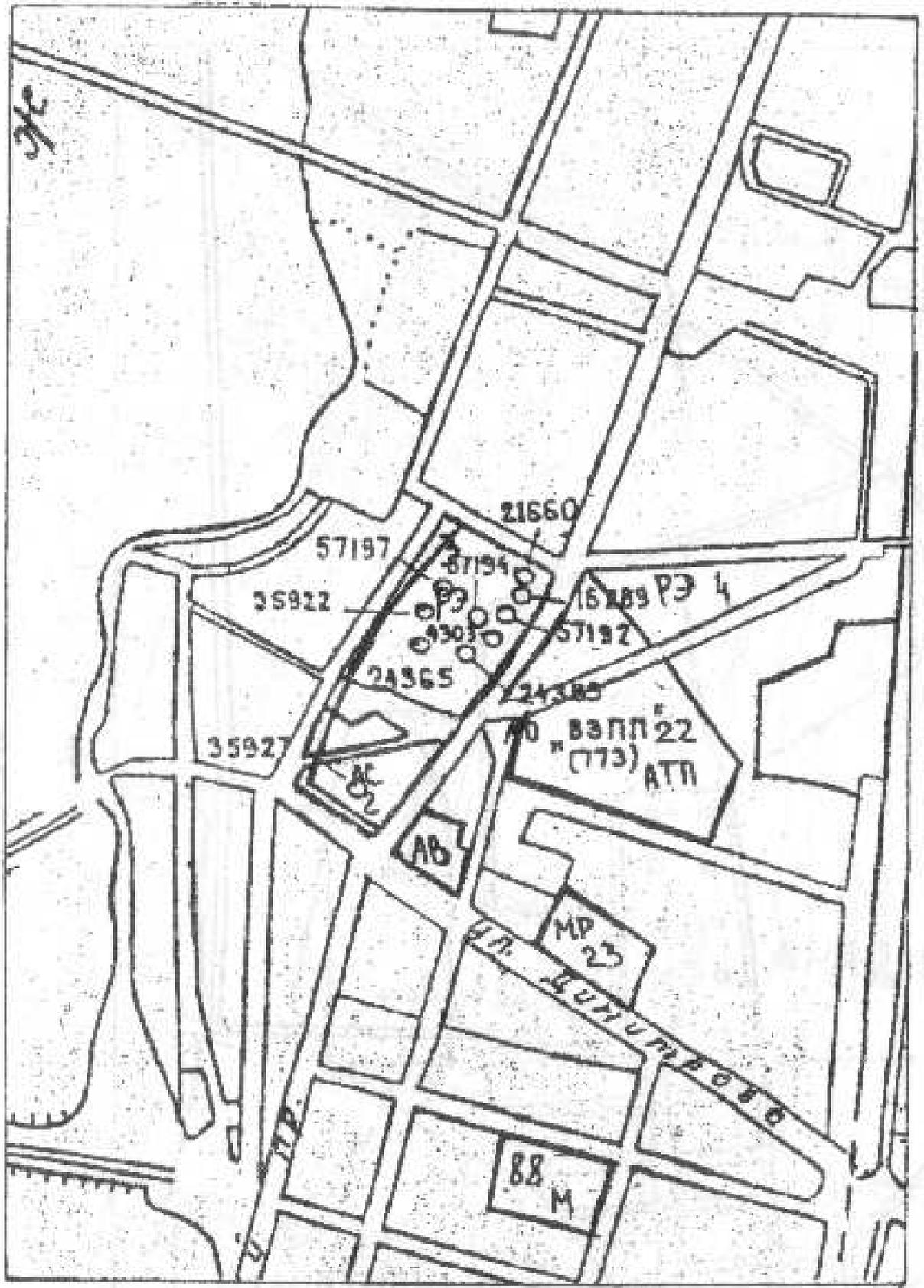


вариант 5

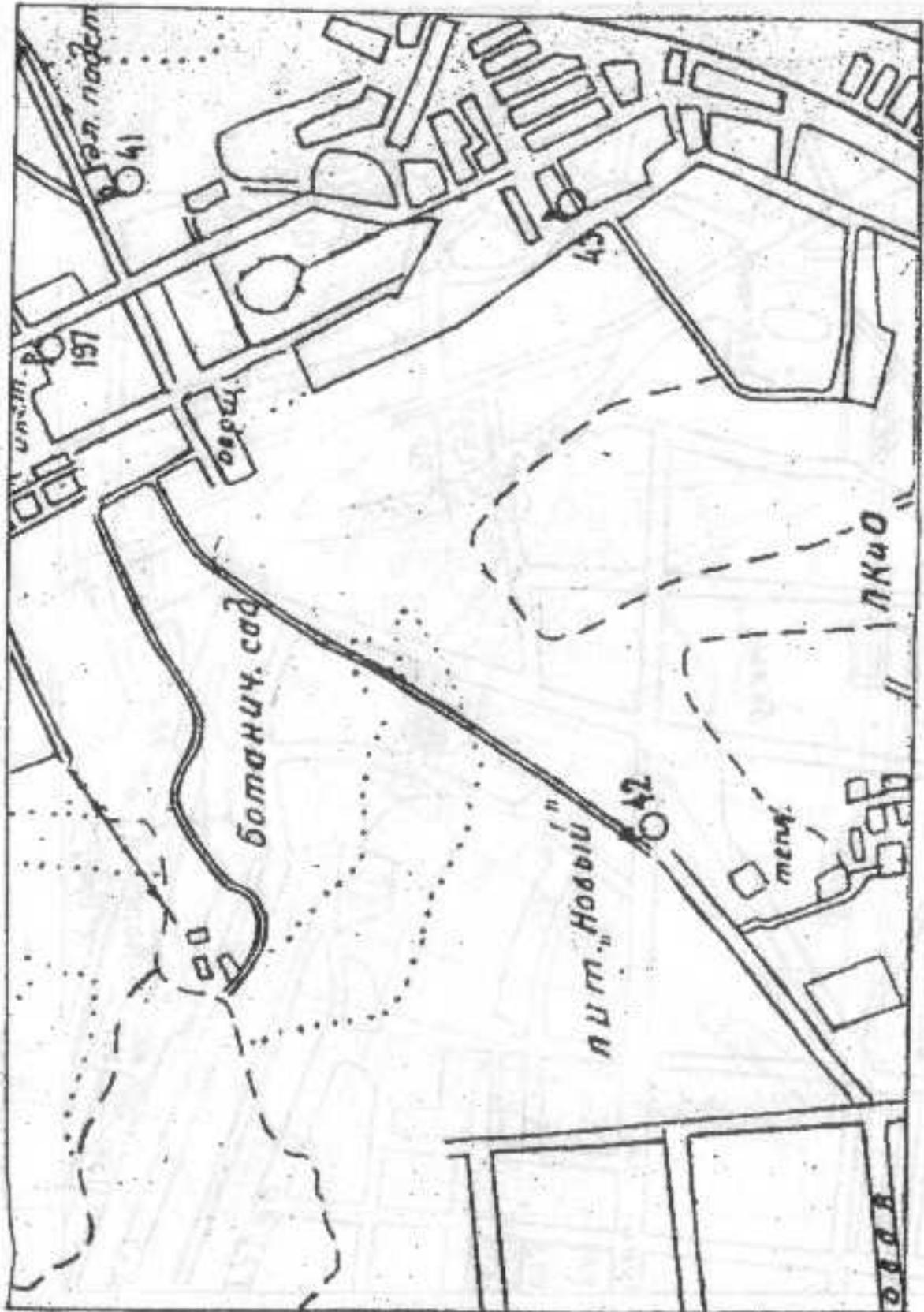




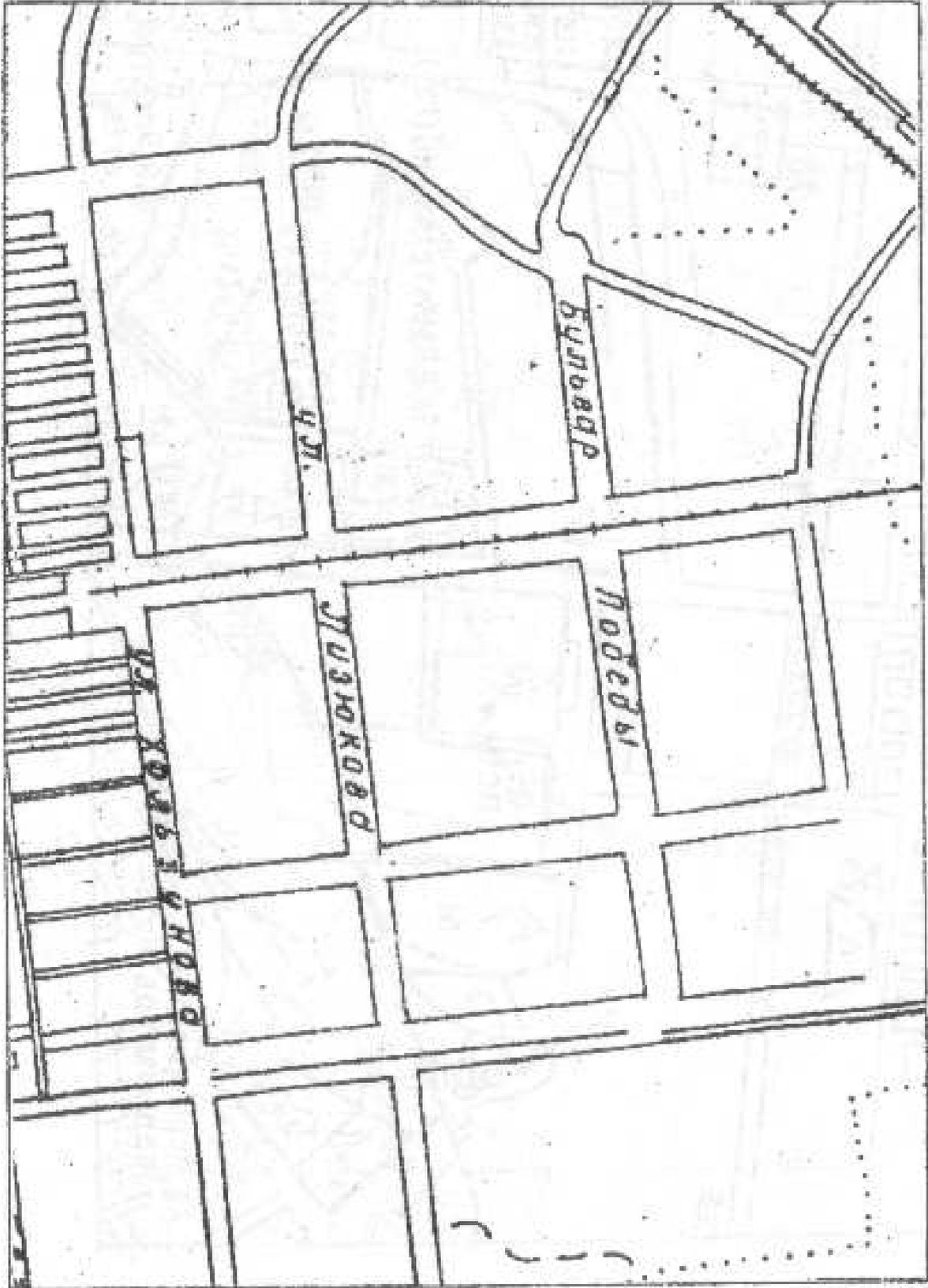
вариант 7



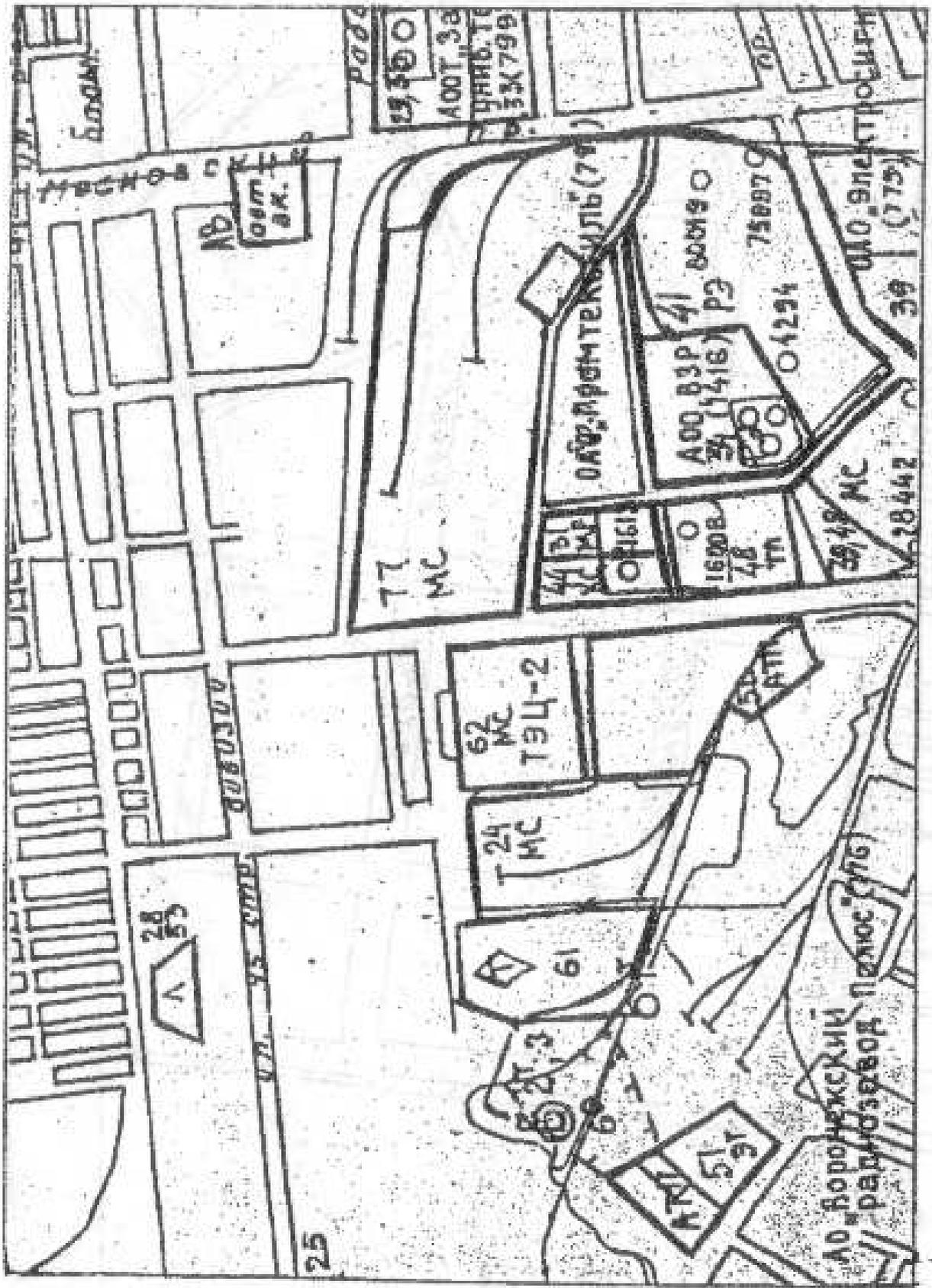
вариант 8



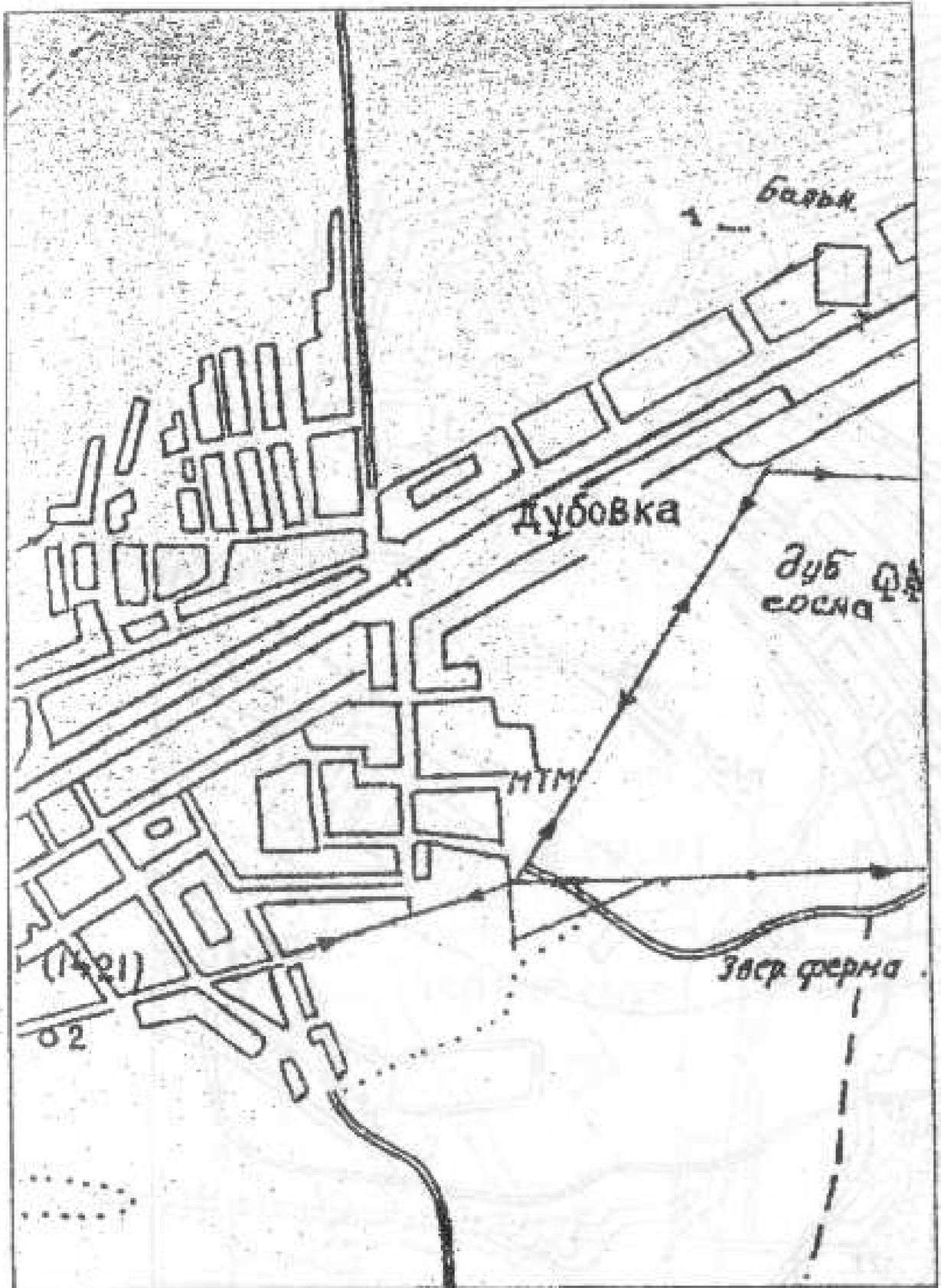
вариант 10



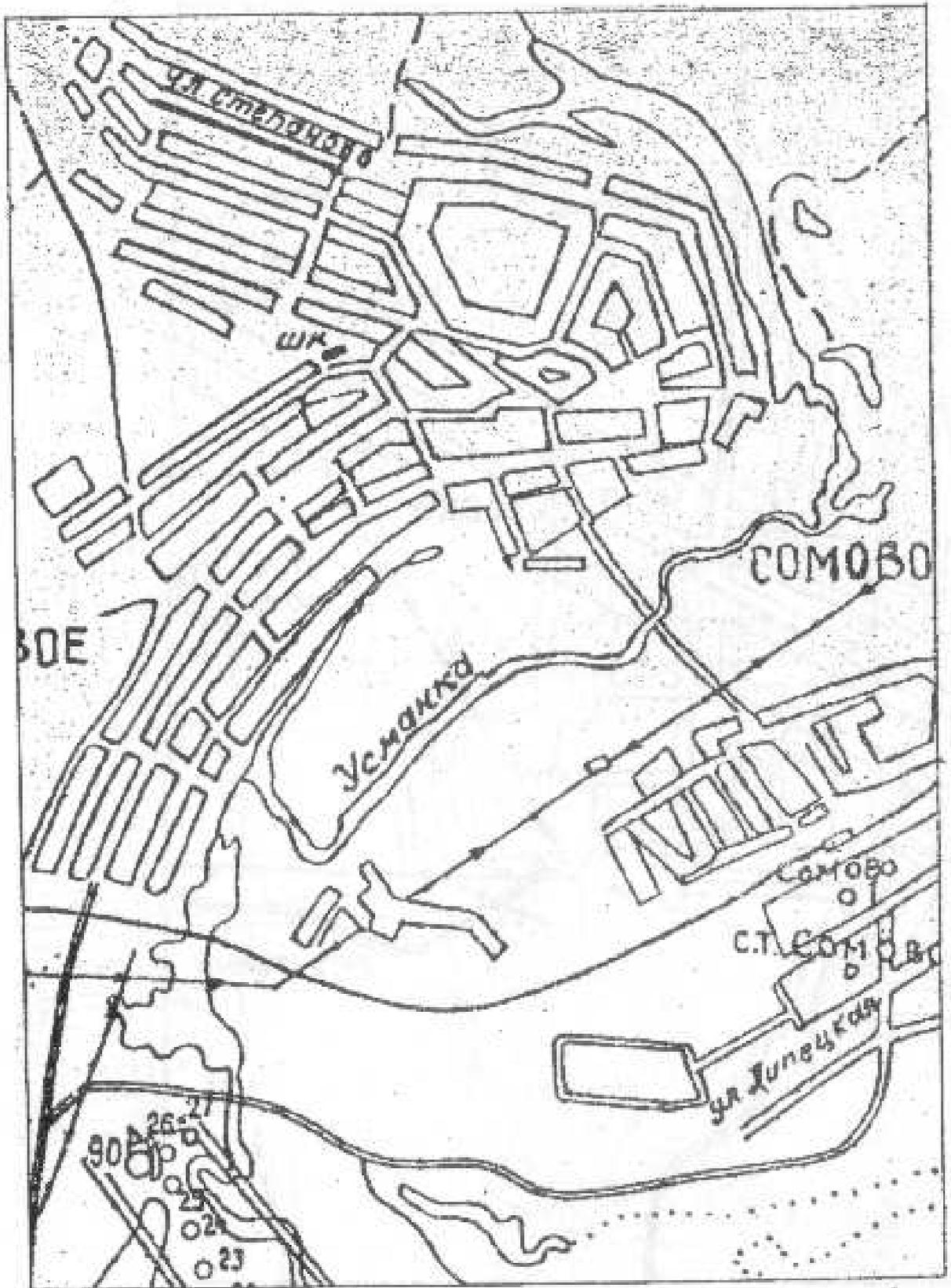
вариант 11



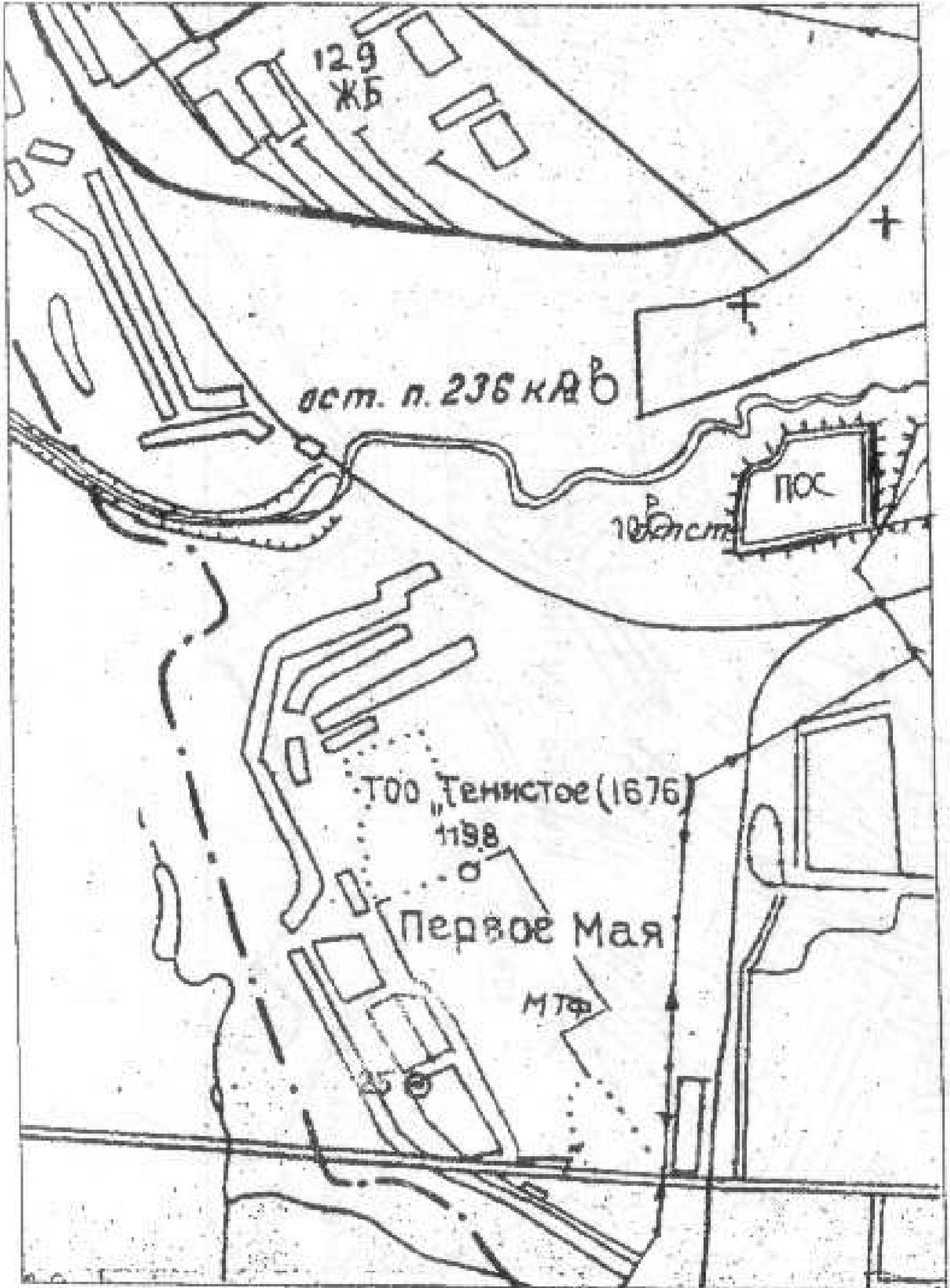
вариант 12

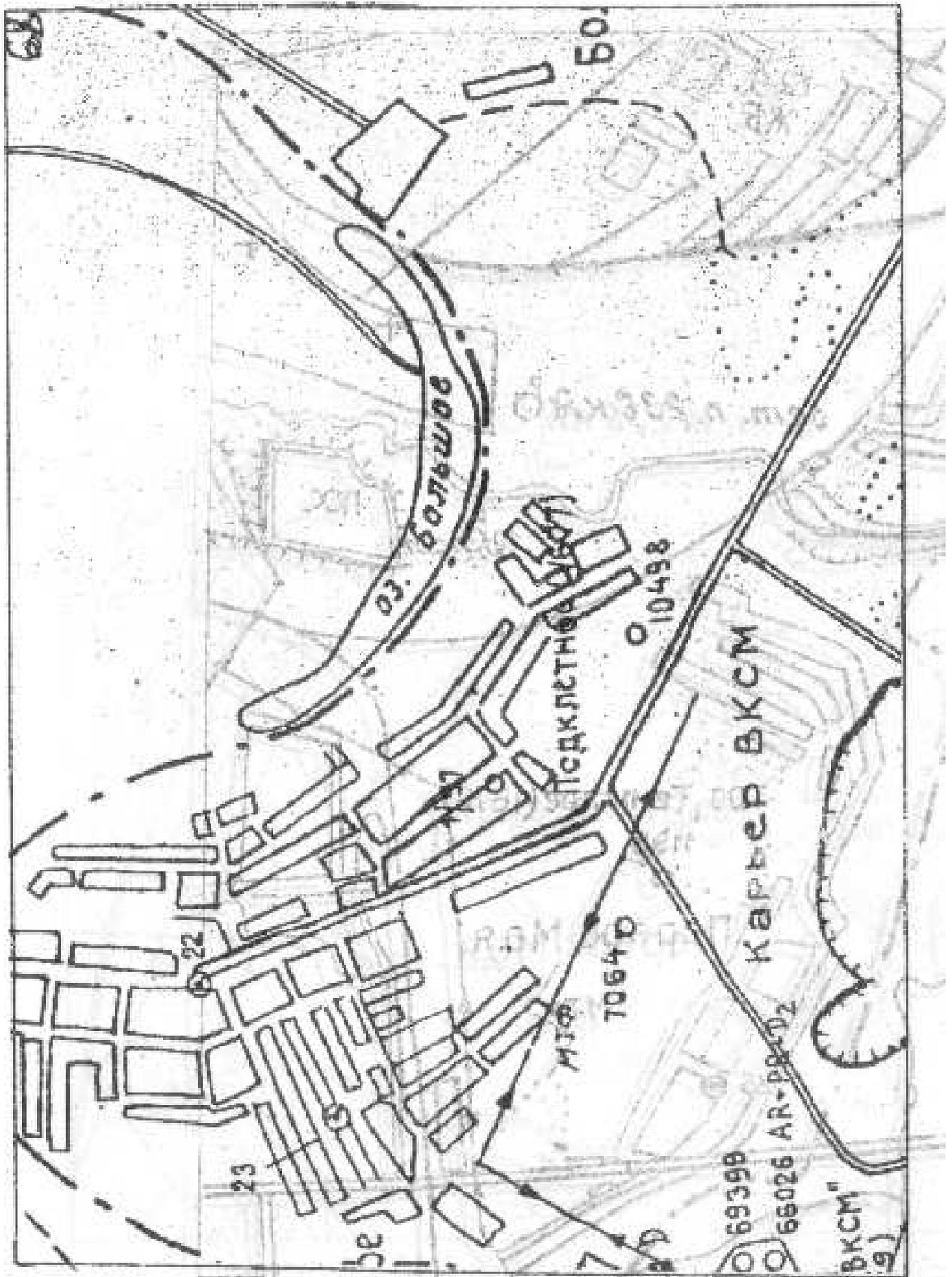


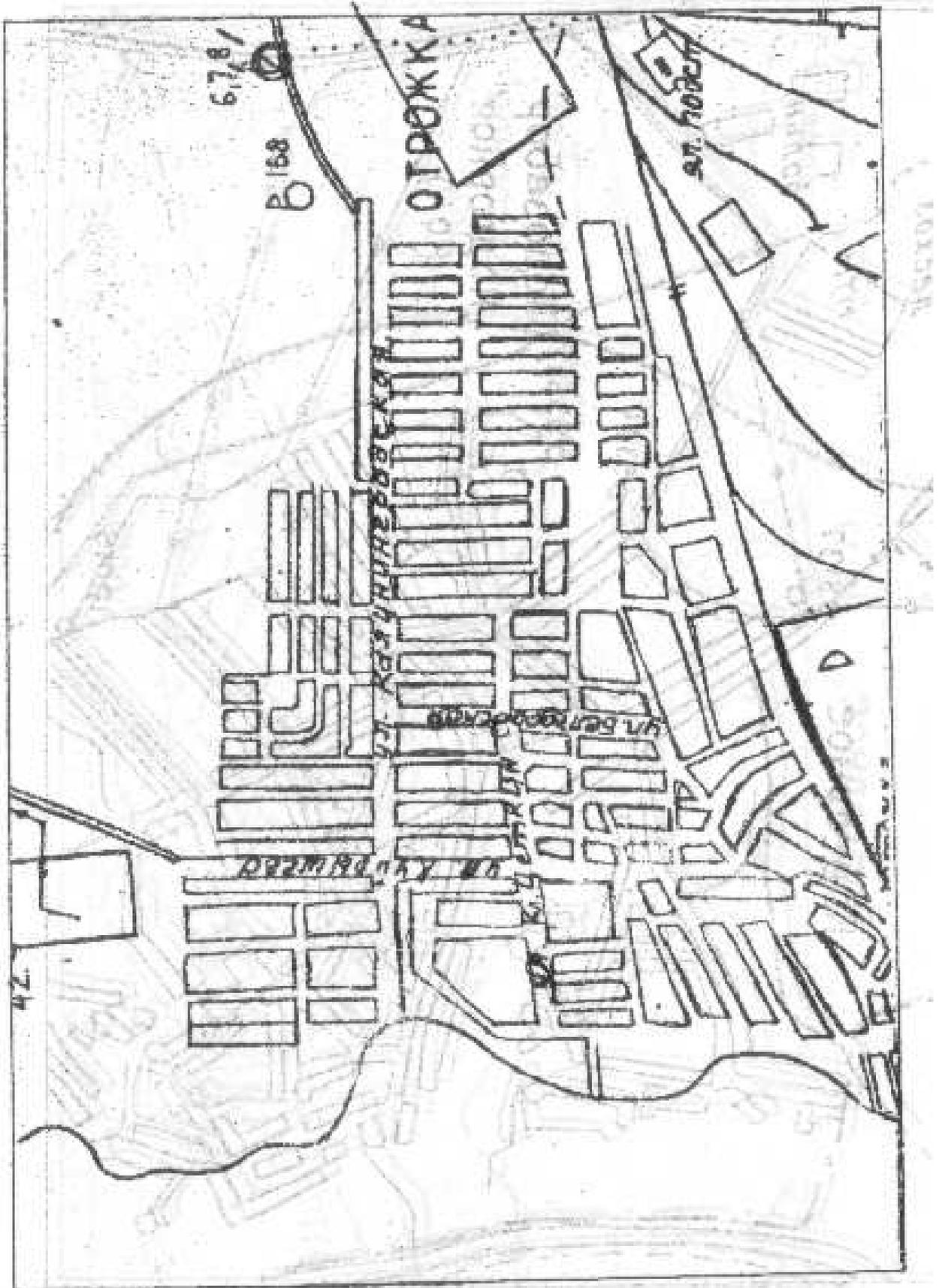
вариант 13



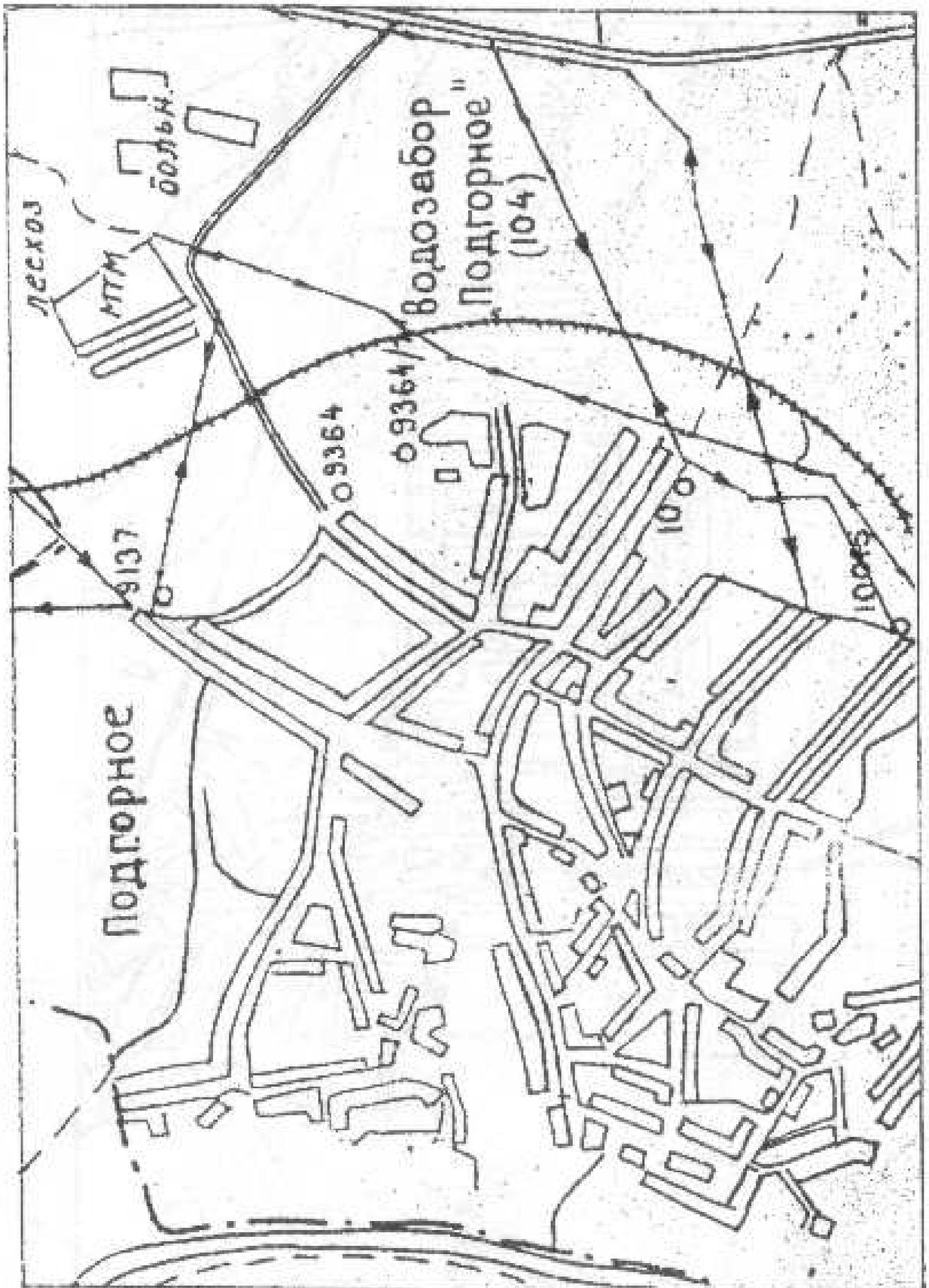
вариант 14

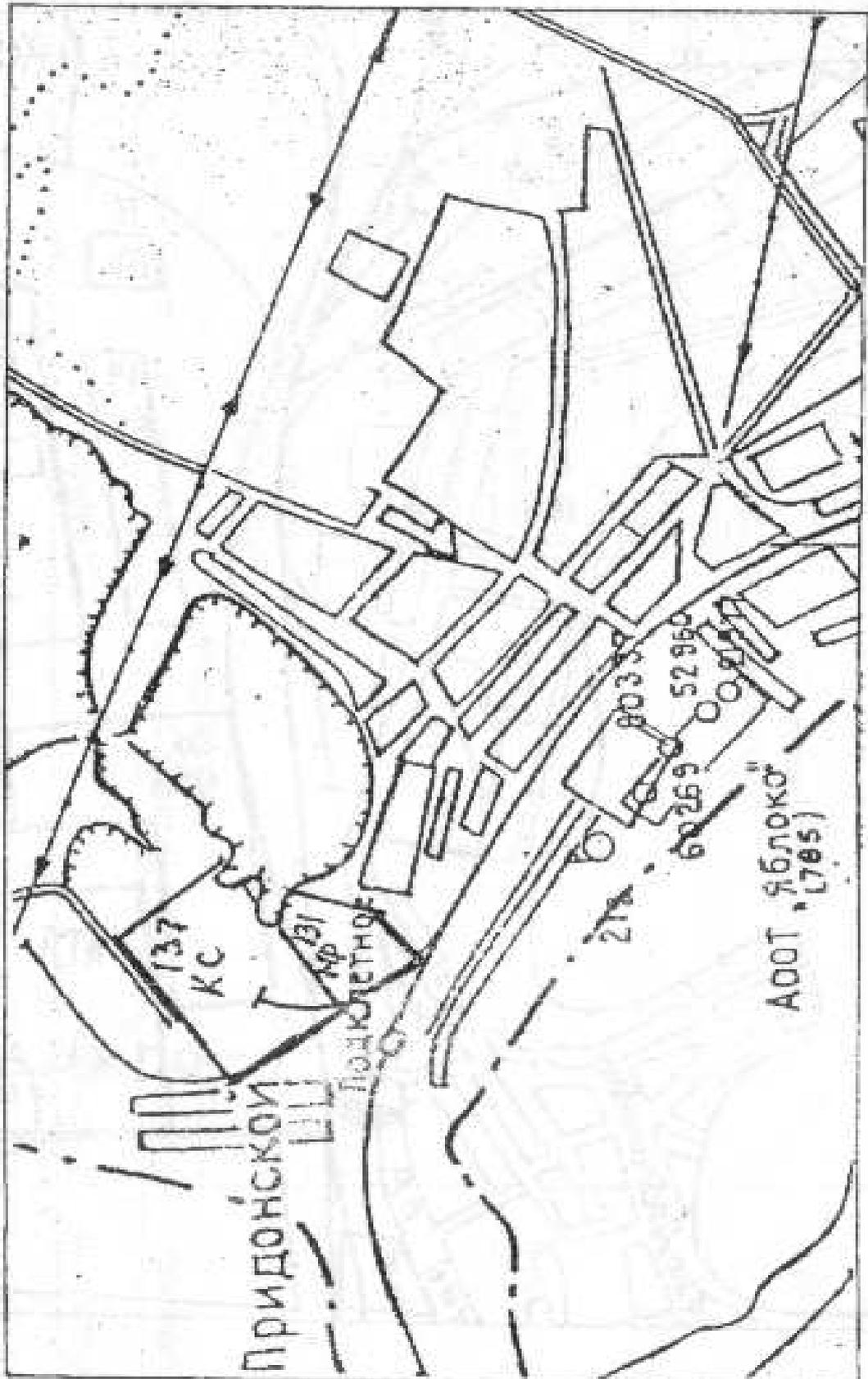






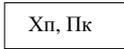
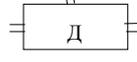
вариант 17





Условные обозначения к карте техногенной нагрузки территории Большого Воронежа

Тип техногенной системы	Подтип		Вид	Изображение на карте
1	2		3	4
Горнодобывающий	Карьеры		Карьеры	
Промышленный	Тяжелая промышленность	Машиностроение и металлообработка	Тяжелое машиностроение и производство технологического оборудования	МС
			Металлообработка	МО
			Производство строительных металлоконструкций	МК
			Транспортно-ремонтное и машиностроительное производство	МР
			Производство строительных конструкций и изделий из алюминия	АК
		Радиотехника и электроника	Радиоэлектронная	РЭ
			Электротехническая	ЭТ
			Приборостроение	ПС
		Химическая	Производство синтетической химии (синтетический каучук, шины, лакокрасочные материалы)	Хс
			Производство бытовой химии и химико-фармацевтика	Хб
			Нефтебазы	НБ
			Автозаправочные станции	
		Промстройматериалов	Производство строительного кирпича и строительной керамики	КС
			Производство строительных железобетонных конструкций и изделий	ЖБ
			Производства асфальтобетона	АБ
		Легкая промышленность	Швейные фабрики и комбинаты	ШЛ
			Текстильные и трикотажные предприятия	ТЛ

1	2	3	4
Промышленный	Легкая промышленность	Производство обуви и кожгалантереи	
		Мебельная, деревообрабатывающая промышленность	
		Полиграфическое производство	
	Пищевая промышленность	Мясомолочное, маслодельное, сыродельное производство	
		Рыбокомбинаты	
		Хладокомбинаты	
		Хлебопекарное, мукомольное, Дрожжевое (1) и кондитерское (2) производство	
		Ликероводочное, винодельческое, пивоварочное производство	
		Овощные базы	
		Промышленные зоны (базы и склады предприятий, вспомогательные производственные площади)	Промышленные зоны
	Производственные базы		
	Переработка, хранение и захоронение отходов	Полигоны промышленных отходов: 1 - закрытые 2 – несанкционированные, существующие	
Очистные сооружения: ПОС - правобережные ЛОС - левобережные			
Поля фильтрации			
Сельскохозяйственный	Земледельческий	Садоводческие товарищества	
		Земледельные угодья сельхозпредприятий	
Животноводческий	Животноводческие фермы: Молочно-товарная Птице-товарная Звероферма	МТФ  ПТФ  ЗФ 	
Энергетический	Теплоэнергетический	Теплоэлектростанции (ТЭЦ)	
		Ядерно-энергетический (законсервированная ВАСТ)	
Транспортный	Железнодорожный	Локомотивное депо	
	Автодорожный	Главные автострады и магистральные улицы города	
		Автовокзалы	
Автотранспортные предприятия (автоколонны, автобазы и т.п.)	Гаражно-строительные кооперативы	 	
Водохозяйственный	Водоснабженческий	Водозаборы	
		Кладбища	