

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



Воробьева М.Г., Умывакин В.М., Белозеров Д.А.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «ЭКОЛОГИЯ»
ПРОФИЛЬ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ»**

Воробьева М.Г. Методические рекомендации для практических и лабораторных работ по курсу «Экология», профиль «экологическая геология» / М.Г. Воробьева, В.М. Умывакин, Д.А. Белозеров; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 2015. - 43 с.

Методические рекомендации представляют собой комплекс практических и лабораторных работ. Часть практических работ направлена на определение динамики характеристик особей живых организмов и на решение задач по построению трофических цепей в различных биоценозах. Другая часть работ касается методических подходов по обработке данных по изменению состояния окружающей среды вследствие техногенной нагрузки, влиянию негативных экологических факторов на состояние живых организмов. Лабораторные работы направлены на изучение состояния почв, подземных вод и растительности, позволяют получить новые знания о базовых методиках определения степени загрязнения природной среды.

Методические рекомендации подготовлены на кафедре экологической геологии геологического факультета Воронежского государственного университета. Рекомендуются для студентов подготовки уровня бакалавров естественно-научных специальностей.

Рецензент: П.С. Русинов, д.г.н, профессор Воронежского государственного педагогического университета

Рецензент:

©Воронежский государственный университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. Лабораторные работы	4
Лабораторная работа 1. Определение показателей рН водной среды	4
Лабораторная работа 2. Тератологические и некротические исследования растительности	6
Лабораторная работа 3. Определение степени накопления свинца в растительном опаде	7
Лабораторная работа 4. Определение содержания сульфатных и хлоридных солей в почве	8
Лабораторная работа 5. Определение рН и Eh почвенной вытяжки	9
Лабораторная работа 6. Определение пылевой нагрузки в снеговом покрове	10
ГЛАВА 2. Практические работы	11
Практическая работа 1. Построение карты плотности техногенной нагрузки по показателю дорожного полотна	11
Практическая работа 2. Изучение естественной освещенности помещения	12
Практическая работа 3. Оценка канцерогенного действия сигаретного дыма	13
Практическая работа 4. Биологические модели развития популяции. Составление математической модели системы "хищник - жертва"	14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	17
ЛИТЕРАТУРА	18
П Р И Л О Ж Е Н И Е	19

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания являются основой практических и лабораторных работ по курсу «Экология», профиля «Экологическая геология». В них содержатся методологические приемы и фактические данные для обучения основам исследований по экологическим проблемам. Экология представляет собой науку о взаимодействии живых организмов (и их сообществ) между собой и окружающей средой [7]. Так, в процессе практических и лабораторных работ курса «Экология» обучающиеся должны освоить принципы построения трофических цепей в биоценозах, ознакомиться с негативными последствиями техногенной нагрузки на окружающую среду. В рамках потокового направления «Геология», практические и лабораторные работы по курсу «Экология» ориентированы, главным образом, на объект исследования геологии - блок литосферы. Поставленные задачи направлены на ту часть блока литосферы, в которой проявлены максимальные воздействия техногенеза (т.е. глубины первых десятков (сотен) метров от поверхности). Атмосферный блок в пределах данной дисциплины рассматривается опосредованно, только с точки зрения циркуляции воздушных масс, способных переносить компоненты-загрязнители в соответствии с господствующим направлением розы ветров, тем самым создавая комплексный эффект техногенного воздействия на депонирующую среду. Методические указания обеспечивают алгоритм проведения практических и лабораторных занятий по экологии для бакалавров геологических специальностей в рамках новых государственных стандартов.

ГЛАВА 1. Лабораторные работы

В рамках темы исследований обучающиеся выполняют работы по подготовке фактического материала для проведения лабораторных испытаний и камеральной обработке полученных результатов. Завершаются работы составлением экологического заключения по исследуемой проблематике. В ходе лабораторных работ будут исследованы следующие среды – гидросфера, биосфера, литосфера (на примере почвенного покрова) и атмосфера (по снеговому отложению).

Лабораторная работа №1

Определение показателей pH водой среды

Одним из основных параметров состояния воды является водородный показатель pH, который отражает ее кислотно-щелочной баланс соотношения свободных ионов H^+ и OH^- . При большем содержании ионов водорода по сравнению с гидроксид-ионом реакция среды характеризуется как кислая ($pH < 7$), а при обратном – как щелочная ($pH > 7$).

Оценка pH осуществляется в соответствии со шкалой по В.М.Шемякину и А.Н.Павлову [2]:

- pH менее 1,9 – *сильнокислые воды*;
- pH от 1,9 (включительно) до 4,1 – *кислые воды*;
- pH от 4,1 (включительно) до 7 – *слабокислые воды*;
- pH равный 7 – *нейтральные воды*;
- pH от 7 до 8,3 – *слабощелочные воды*;
- pH от 8,3 (включительно) до 10,3 – *щелочные воды*;
- pH более 10,3 – *сильнощелочные воды*.

При нейтральных показателях ($pH = 7$) количество ионов водорода H^+ и гидроксид ионов OH^- уравновешено.

С точки зрения экологии кислотно-щелочной баланс является важным показателем, так как от уровня pH зависит пригодность воды к употреблению, а также миграционные свойства таких загрязнителей окружающей среды, как тяжелые металлы (ТМ). Так, при сильном отклонении кислотно-щелочного баланса от нейтрального вода становится не пригодной к употреблению, так как ведет к нарушению жизнедеятельности внутренних органов человека.

Цель работы: определить pH воды тремя методами, выявить наиболее эффективный из полевых методов, относительно эталонных показателей pH-метра. Определить pH питьевых вод неоген-четвертичного водоносного горизонта.

Ход работы:

1. *Определение pH с помощью универсальной индикаторной бумаги:*

- в пробирку прибавляют исследуемую жидкость (наведенный раствор) до отметки 10 мл;
- в жидкость погружают универсальную индикаторную бумагу;
- после окрашивания бумаги производят ее колориметрирование по заданной шкале.

2. *Определение pH с помощью универсального индикаторного раствора.*

- в пробирку прибавляют исследуемую жидкость (наведенный раствор) до отметки 5 мл;

– из тарированной капельницы в жидкость прибавляют 0,1 мл универсального индикаторного раствора, состоящего из бромтимолового синего и метилового красного;

– жидкость перемешивают и сразу же колориметрируют по заданным шкалам, рассматривая пробирки сверху.

3. *Определение pH с помощью pH-метра*:*

– подготовка pH-метра: электроды тщательно промываются дистиллированной водой и осушаются фильтровальной бумагой;

– в колбу прибавляют исследуемую жидкость (наведенный раствор) объемом 100 мл;

– электроды погружают в исследуемую жидкость и при помощи включения кнопки «индикатор» осуществляется замер уровня pH;

– результаты записывают как только сотые доли значений уравнились.

4. *Определение кислотно-щелочного баланса питьевой воды неоген-четвертичного водоносного горизонта, оценка уровня pH в соответствии с градацией А.Н.Павлова и В.М.Шемякина.*

5. *Сделать выводы о наиболее эффективном из полевых методов определения pH, охарактеризовать пригодность для питья неоген-четвертичных вод по показателю pH.*

*Электрометрический метод основан на измерении разности потенциалов, возникающих на границах между внешней поверхностью стеклянной мембраны электрода и исследуемым раствором с одной стороны, и внутренней поверхностью мембраны и стандартным раствором с другой.

Лабораторная работа №2

Тератологические и некротические исследования растительности

Тератологические исследования. Тератология - это наука, изучающая пороки развития или уродства, касающиеся нарушений строения всего организма в целом или отдельных его частей. Тератологический метод был разработан М.В. Захаровым на основе существующих медицинских подходов. В экологии тератологический метод применяется на растениях в той их части, которая определяет морфологические показатели организмов. То есть в растительности тератологическая нарушенность проявляется в виде ассиметричного развития лиственной пластины. В идеальном случае организмы должны обладать полной симметрией относительно осевой линии. И.И. Косиновой тератологический метод был адаптирован к травянистой растительности [4]. В травянистой растительности к растениям-индикаторам тератологических изменений относится одуванчик (лат. *Taraxacum*). Была выявлена зависимость между уровнем загрязнения почв и коэффициентом симметрии листа.

В роли тератогена (вещества или фактора, вызывающего аномалии развития) могут выступать вирусы, бактерии, грибы, клещи, нематоды, химические регуляторы роста, пестициды, промышленные отходы, выхлопные газы, критичные температуры, процессы гибридизации, воздействие ионизирующ излучений и т.д.

Некротические исследования. Некроз представляет собой отмирание ткани листа. Кислоты, обладающие гигроскопическими свойствами, отнимают влагу от углеводов, так высвобождается углерод. Наличие свободного углерода приводит к «обугливанью» (засыханию) части листа. Поступление токсических веществ из приповерхностных отложений приводит к развитию хлорозов и далее некрозов.

Выделяют три типа некрозов:

- точечный – формируется при попадании на лист капелек серной и азотной кислот (смоги, кислотные дожди и т.п.);
- краевой – возникает в результате накопления в растительности солей тяжелых металлов из приповерхностных отложений;
- межжиловый – представляет собой результат попадания в лист капелек серной кислоты или окислов серы из приповерхностных отложений.

Цель работы: исследовать степень тератологических изменений в растительности, соотнести взаимосвязь выявленных аномалий с предполагаемым источником воздействия, обозначить наличие некрозов.

Ход работы:

1. По профилю 200 метров, ориентированному перпендикулярно относительно дороги, отбираются растительные пробы в каждой точке наблюдения в количестве 5 шт. Шаг пробоотбора 50 метров.

2. В камеральных условиях на миллиметровой бумаге обводятся контуры и осевые части листьев и рассчитывается количество см² поверхности в правой и левой половинах листа, относительно оси.

3. Рассчитывается показатель коэффициента симметрии (Kc) в результате соотнесения большей и меньшей части каждого листа и по следующей формуле [4]:

$$Kc = S_1/S_2 * 100\%$$

где S₁ - меньшая площадь части листа, S₂ - большая площадь части листа.

– выделяются различные экологические зоны в соответствии со следующей оценочной шкалой:

- 100-91% - экологическая норма;
- 90-81% - экологический риск;
- 80-71% - экологический кризис;
- 70-61% - экологической бедствие.
- <60% - экологическая катастрофа

4. Для наглядности отображения построить столбчатую диаграмму зависимости изменения коэффициента симметрии по мере удаленности от предполагаемого источника воздействия.

5. Обозначить наличие некрозов по всему исследуемому профилю.

6. Дать экологическое заключение по тератологическим и некротическим изменениям растительности для исследуемого профиля.

Лабораторная работа №3

Определение степени накопления свинца в растительном опаде

В результате эксплуатации автомобильного транспорта в окружающую среду при сгорании топлива попадает более 200 загрязняющих компонентов. В зависимости от качества топлива в отходящих газах встречаются: диоксид серы, монооксид углерода, оксиды азота, некоторые тяжелые металлы, углеводороды, бензопирен, взвешенные частицы и т.д. Максимальное поступление свинца формируется при сгорании этилированного (низкосортного) топлива.

Радиус разноса газопылевого облака от автострады зависит от ряда факторов, среди которых – господствующее направление розы ветров, рельеф местности, плотность лесополосы. Лесополосы вдоль автострад являются основным приемником загрязнителей выхлопных газов. Таким образом, лиственный опад необходимо утилизировать современными методами, исключая его сжигание. Экологически важным фактором является запрет использования в сельскохозяйственных целях участков, прилегающих к транспортным сетям, из-за высокого содержания в почвах данных территорий продуктов сгорания топлива и дальнейшей передачи опасных веществ через культурные растительные сообщества человеку.

Особую опасность представляют собой соединения свинца. По своим токсикологическим свойствам свинец относится к элементу 1 класса опасности и обладает способностью поражать центральную и периферическую нервную системы, костный мозг и кровь, сосуды, генетический аппарат, нарушает синтез белка, может вызвать малокровие и параличи.

Цель работы: установить зависимость между содержанием свинца (Pb) в растительных пробах и удаленностью исследуемых деревьев от дорожного полотна на основании качественного химического анализа. Дать рекомендации по выращиванию сельскохозяйственных культур на установленном расстоянии от автострады, с учетом существующих условий рельефа и плотности лесополосы.

Ход работы:

1. По профилю 200 метров, ориентированному перпендикулярно относительно дороги, отбирается по 20 г растительного опада в каждой точке наблюдения. Шаг пробоотбора 50 м.

2. В камеральных условиях пробы измельчаются и кипятятся на водной бане в 50 мл 40%-го этилового спирта до получения экстракта.

3. Полученный экстракт фильтруется (в горячем состоянии) и прибавляется в пробирку до отметки 5-10мл.

4. В пробирку по каплям добавляется раствор сернистого натрия [6].

5. Рассматривая пробирки на свет, наблюдаем выпадение тонкодисперсного черного осадка сульфида свинца (PbS_2).

6. Дается экологическое заключение по выявленной тенденции к уменьшению (или увеличению) содержания соединений свинца для исследуемого профиля. Увязываются полученные данные с удаленностью от предполагаемого источника воздействия. Даются рекомендации по выращиванию плодовых культур в похожих условиях на установленном безопасном расстоянии.

Лабораторная работа №4

Определение содержания сульфатных и хлоридных солей в почве

В самом простом понимании почва – это верхний плодородный слой земли. Формирование 1 см почвенного слоя занимает в среднем около 100-200 лет. Основными факторами почвообразования, выделяемыми В.В.Докучаевым, являются:

- материнская порода;
- живые организмы;
- климатические условия;
- рельеф местности;
- время.

В почвенный состав всегда входят минеральные соли, однако при определённом техногенном воздействии может сформироваться избыток содержания солей, что ведет к ухудшению почвенного плодородия. Так, избыток хлоридных солей в почве формируется при применении антигололедных реагентов на дорожном покрытии. В свою очередь техногенное содержание сульфатных солей формируется со сточными водами коммунального хозяйства, стоками предприятий стекольной, мыловаренной, текстильной и бумажной промышленности, со стоками, выносимыми с сельскохозяйственных территорий и с шахтными стоками.

Цель работы: определить наличие сульфатных и хлоридных солей в почве, установить предполагаемый источник воздействия.

Ход работы:

1. По профилю 200 метров, ориентированному перпендикулярно относительно дороги, отбирается по 50 г почвенных проб методом «конверта» в каждой точке наблюдения. Шаг пробоотбора 50 м.

2. Подготовка почвенной вытяжки:

- в колбу прибавляется 50 г почвенной пробы 150 мл дистиллированной воды;
- содержимое колбы взбалтывается и отстаивается в течение 5-10 мин;
- производится повторное взбалтывание и отстаивание до момента оседания осадка;
- не взмучивая осадка, полученная почвенная вытяжка фильтруется.

4. Определение хлоридов:

- в пробирку наливается 5 мл почвенной вытяжки;
- к почвенной вытяжке прибавляется несколько капель 10%-ной азотной кислоты и 1,5% раствор нитрата серебра [6];
- если признаком реакции является образование хорошо различимого хлопьевидного или творожистого белого осадка хлорида серебра (на свету может потемнеть), то данный образец содержит десятые доли процента хлорид ионов;

– если раствор мутнеет, но осадок незначителен – сотые доли процента хлорид ионов;

– если раствор только мутнеет, т.е. теряет прозрачность – тысячные доли процента хлорид ионов.

5. Определение сульфатов:

– к 5 мл почвенной вытяжки прибавляется несколько капель концентрированной соляной кислоты и 3 мл 20%-ного раствора хлорида бария [6];

– при образовании густого белого тонкодисперсного (молочного) осадка сульфата бария – образец содержит десятые доли процента сульфат ионов;

– если раствор интенсивно мутнеет, но осадок отсутствует – сотые доли процента сульфат ионов;

– если помутнение слабое – тысячные доли процента сульфат ионов.

6. Построить график зависимости содержания хлоридов (сульфатов) от удаленности от предполагаемого источника воздействия.

7. Сделать выводы в соответствии с поставленной целью.

Лабораторная работа №5

Определение рН и Eh почвенной вытяжки

Реакция жидкой фазы почвы рН и окислительно-восстановительный потенциал Eh являются интегральными показателями химического состояния почв. Показатели рН и Eh почв влияют на корневую систему растений и почвенных микроорганизмов, обеспечение их кислородом, и обуславливают характеристики возможности привноса в почву определенных доз и сочетаний удобрений, а также подбор культур в севообороты.

Кроме того, уровни рН и Eh почвенной вытяжки являются важными диагностическими признаками состояния почв, в соответствии с которыми формируется специфика миграционных особенностей тяжелых металлов (ТМ) в данной среде. Так, при кислой реакции среды тяжелые металлы имеют наибольшую активность и интенсивность миграции, а при щелочных условиях – большинство тяжелых металлов приобретают труднорастворимую связанную форму, теряют миграционные свойства и выпадают в осадок (образование нерастворимых гидроокисей и карбонатов ТМ). В окислительных условиях происходит выпадение в осадок оксидных форм Fe, Mn, Co и S в восстановительных – эти же элементы выпадают в осадок в сульфидной или карбонатной формах. При выпадении металлов в связанной форме в осадок они становятся недоступными биоте и не представляют опасности.

Наиболее оптимальными для почв и растительности величинами Eh являются показатели 450-700 мВ. Значительное отклонение от данных показателей ведет к ухудшению основных полезных свойств почв. Для большинства культур наиболее оптимальной величиной рН является слабокислая и нейтральная реакция среды. В целом встречаются почвы с показателями от 3 до 10 рН, но наиболее характерными являются показатели 4-8 рН. При рН <4 почва становится токсичной для большинства растений [2].

Цель работы: определить уровень рН и Eh в почвах, увязать полученные показатели с существующими условиями, охарактеризовать миграционные свойства ТМ в исследуемых почвах.

Ход работы:

1. По профилю 200 метров отбирается по 100 г почвенных проб методом «конверта» в каждой точке наблюдения. Шаг пробоотбора 50 м.

2. Подготовка почвенной вытяжки:
- в колбу прибавляется 100 г почвенной пробы 300 мл дистиллированной воды;
 - содержимое колбы взбалтывается и отстаивается в течение 5-10 мин;
 - производится повторное взбалтывание и отстаивание до момента оседания осадка;
 - не взмучивая осадка, полученную почвенную вытяжку фильтруем.
4. Определение уровня pH и Eh осуществляется с помощью *электрометрического метода*:
- подготовка иономера: электроды тщательно промываются дистиллированной водой и осушаются фильтровальной бумагой;
 - в колбу прибавляют почвенную вытяжку объемом 100 мл;
 - электроды погружают в исследуемую жидкость и при помощи включения кнопки «индикатор» осуществляется замер уровня pH и Eh;
 - результаты записывают как только сотые доли значений уравнились.

Лабораторная работа №6

Определение пылевой нагрузки в снеговом покрове

Содержание минеральной пыли в снеговом покрове – один из важнейших интегральных показателей, позволяющих анализировать закономерности распределения техногенной нагрузки. Масса пыли в снеговой пробе служит основой для определения пылевой нагрузки P_n в $мг/(м^2 \cdot сут)$ или в $кг/(км^2 \cdot сут)$, т.е. отношения количества твердых выпадений за единицу времени на единицу площади. Пылевая нагрузка определялась в соответствии со следующей формулой [2]:

$$P_n = P_0 / (S \cdot t)$$

где P_0 – масса пыли в пробе, мг; S – площадь шурфа, $м^2$, t – время от начала снегостава, сутки.

По результатам расчетов выделяются различные уровни загрязнения (табл. 1).

Таблица 1

Ориентировочная шкала оценки аэрогенных очагов загрязнения [2]

Уровень загрязнения	Показатели загрязнения снегового покрова
Средний умеренно опасный	Повышенная запыленность снегового покрова (среднесуточная нагрузка 250 — 450 $кг/км^2$)
Высокий опасный	Значительная запыленность снегового покрова. Среднесуточный уровень выпадения пыли 450—800 $кг/км^2$
Очень высокий, чрезвычайно опасный	Очень высокая запыленность снегового покрова. Среднесуточная нагрузка 800 $кг/км^2$

Цель работы: определение пылевой нагрузки на территорию по мере удаления от дорожного полотна.

Ход работы:

1. По профилю 200 метров, ориентированному перпендикулярно относительно дороги, отбирается по 3 кг снеговых проб в каждой точке наблюдения при помощи заложения шурфа. Шаг пробоотбора 50 м.
2. При опробовании замеряется площадь шурфа;
3. В камеральных условиях пробы растапливаются и фильтруются;
4. Производится сушка фильтров и их взвешивание на электронных весах в мг (значения записываются до десятитысячных долей), с учетом вычета веса фильтра.

4. Рассчитать время снегоостава на дату отбора проб;
5. Рассчитать показатели пылевой нагрузки на исследуемой территории;
6. Построить столбчатую диаграмму зависимости пылевой нагрузки от удаленности до автострады.
7. Составить экологическое заключение по показателю пылевой нагрузки в соответствии с поставленной целью.

ГЛАВА 2. Практические работы

В рамках практических работ курса производится обработка картографических и расчетных материалов. В результате выполнения данных работ обучающиеся должны ознакомиться с негативными последствиями техногенной нагрузки на окружающую среду и освоить принципы построения трофических цепей в биоценозах.

Практическая работа №1

Построение карты плотности техногенной нагрузки по показателю дорожного полотна.

Техногенез представляет собой процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека [7].

Выделяется три основных уровня техногенных изменений:

- поверхностный (лесохозяйственный, сельскохозяйственный, транспортный типы),
- приповерхностный (селитебный*, промышленный, селитебно-промышленный типы);
- глубинный (горнодобывающий и водохозяйственный (эксплуатация подземных вод) типы).

*Селитеба – основная часть города, предназначенная для строительства жилых зданий и сооружений.

Данная практическая работа ориентирована на оценку приповерхностного уровня техногенных изменений. Анализ техногенной нагрузки по показателю дорожного полотна целесообразно проводить в пределах городских агломераций и селитебных территорий, так как большая доля загрязнений в их пределах поступает от автомобильного транспорта. В этой связи расчет коэффициента дорожной нагрузки (K_d) является одним из ведущих техногенных факторов формирования экологической ситуации. Данный показатель рассчитывается по следующей формуле [5]:

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

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

Предполагается 25 вариантов работ по оценке плотности техногенной нагрузки по показателю K_d (приложение 1). Данные варианты составлены по территории агломерации г.Воронежа. На занятиях данный практикум выполняется либо методом компьютерного моделирования, либо на бумажных носителях. В основе построений лежит метод просвечивания тематических карт.

Цель работы: выявление неблагоприятных зон относительно комфортности жизнедеятельности по показателю дорожной нагрузки в пределах участков г.Воронежа.

Ход работы:

1. Площадь изучаемого участка разбивается на сеть квадратов, площадь которых определяется масштабом исследований. Так при наших крупномасштабных исследованиях размер ячейки сетки составляет 2*2 км.

2. В каждом квадрате определяется площадь дорожного полотна ($S_{дор}$), которая равна произведению общей длины дорог на их среднюю ширину.

3. Полученная площадь дорог соотносится с площадью квадрата;

4. Рассчитывается коэффициент дорожной нагрузки по вышеизложенной формуле.

5. Производится систематизация полученных данных методом линейной интерполяции относительно центров квадратов.

6. Зонирование по степени благоприятности территории относительно жизни и деятельности человека проводится по следующим критериям [5]:

$K_d < 10\%$ - благоприятная (обозначается зеленым цветом);

$10\% < K_d < 20\%$ - условно благоприятная (обозначается желтым цветом);

$K_d > 20\%$ - неблагоприятная (обозначается красным цветом).

7. К карте плотности техногенной нагрузки по показателю дорожного полотна составляется экологическое заключение по следующей схеме:

– 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 следующих негативных последствий:

- *неблагоприятная обстановка* характеризуется многократным загрязнением компонентов окружающей среды, истощением природных ресурсов, началом разрушения экологических систем, высоким уровнем заболеваемости, в кризисных ситуациях - смертностью. Такая плотность техногенной нагрузки формирует состояние экогеосистем, соответствующее экологическому кризису либо бедствию.
- *условно благоприятная обстановка* предполагает хроническое загрязнение компонентов природной среды, повышенный средний уровень заболеваемости. В пределах данной зоны формируется состояние экологического риска.
- *благоприятная обстановка* фиксирует фоновое, максимально приближенное к естественному, состояние окружающей среды и соответствует экологической норме.

Практическая работа №2

Изучение естественной освещенности помещения

Естественное освещение представляет собой освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях [1]. В поставленной задаче необходимо рассчитать такие показатели естественной освещенности помещения, как световой коэффициент и коэффициент заглубления. Для оценки естественной освещенности помещения необходимо произвести сравнение полученных данных со следующими санитарно-гигиеническими нормами:

Помещение	Световой коэффициент	Коэффициент заглубления
Санитарно-гигиенические нормы	0,16	0,5

Цель работы: рассчитать уровень естественной освещенности помещения, соотнести полученные данные с санитарно-гигиеническими нормами, дать рекомендации.

Ход работы:

1. С помощью рулетки измерить высоту и ширину окон и рассчитать общую площадь окон S .
2. Рассчитать площадь застекленной части окон S_1 , с учетом, что 10% общей поверхности приходится на оконные переплеты.
3. Измерить длину и ширину помещения, рассчитать площадь пола S_2 .
4. Подсчитать световой коэффициент (СК) по формуле:

$$СК = S_1 / S_2$$

5. Определить коэффициент заглубления K_3 , т.е. отношение высоты верхнего края окна над полом к глубине (ширине) класса.

6. Сравнить полученные данные с санитарно-гигиеническими нормами и сделать вывод о соответствии им естественной освещенности помещения по исследуемым параметрам. Если полученные значения СК и K_3 в исследуемом помещении ниже санитарно-гигиенических норм – констатируется не соответствие существующим требованиям и даются рекомендации по устранению неблагоприятной ситуации посредством обязательного искусственного освещения.

Практическая работа №3

Оценка канцерогенного действия сигаретного дыма

В сигаретном дыме содержится значительное количество канцерогенов, таких как бензол, хлористый винил, формальдегид, нитропропан, окислы азота, акрилонитрил, гидрозон, уретан, никотин, N-нитрозонорникотин, смеси углерода, цианистый водород и т.д. Данные вещества обладают способностью накапливаться в живых организмах и приводят к заболеваниям внутренних органов человека, кожного покрова, слизистой, некоторые из них обладают мутагенным действием и способны воздействовать на генетический аппарат.

Хлористый винил – вещество 1 класса опасности, обладает канцерогенным и мутагенным действием, воздействует на сердце, мозг, печень, костную систему, вызывает параличи центральной нервной системы (ЦНС).

Нитропропан - вещество 2 класса опасности, вызывает кислородное голодание, головные боли, судороги, заболевания печени, легких.

Бензол - вещество 2 класса опасности, является ядом для кровеносной системы, костного мозга, печени.

Формальдегид - вещество 3 класса опасности, вызывает раздражение кожного покрова, слизистой, в крайних случаях приводит к астмам.

Цель работы: определить степень риска для здоровья от пассивного курения при решении задачи по заданным условиям.

Задача: в помещении выкуривается 1 пачка сигарет в сутки. Объем комнаты 40 м³.

Рассчитать:

1. Сколько бензола, хлористого винила, формальдегида и нитропропана попадет за сутки в воздух комнаты в расчете на 1 м³. Исходные данные представлены в таблице 2.

2. Рассчитать коэффициент концентрации для каждого вещества по следующей формуле [4]:

$$K_k = C_i / \text{ПДК}_i,$$

где C_i – концентрация вещества в помещении, мг/м³, ПДК_i – предельно допустимая концентрация данного вещества, мг/м³.

Таблица 2
Содержание некоторых канцерогенов в дыме одной сигареты.

Вещество	Количество	ПДК* для воздуха на 1 м ³
Бензол	20-50 мг	1,5 мг
Хлористый винил	1,3-1,6 мг	30 мг
Нитропропан	0,2-2,2 мг	30 мг
Формальдегид	0,1-5 мг	0,035 мг

*ПДК – предельно допустимая концентрация

3. Дать экологическую оценку содержания данных веществ в помещении по показателям K_k , в соответствии со следующей градацией:

- $K_k < 1$ – допустимое состояние среды;
- K_k от 1 до 2 – умеренно опасное состояние среды;
- K_k от 2 до 5 – опасное состояние среды;
- K_k от 5 до 10 – высоко опасное состояние среды;
- $K_k > 10$ – чрезвычайно опасное состояние среды.

4. Сделать вывод о наиболее опасных концентрациях веществ в данном помещении с учетом их токсикологических свойств.

Практическая работа №4

Биологические модели развития популяции

Составление математической модели системы "хищник - жертва"[3]

Предсказание динамики численности особей различных видов – одна из важных задач экологии. В 1931 году французский математик Вольтерра впервые использовал математические методы для анализа динамики численности особей в экологических системах на примере системы "хищник - жертва" [3].

Рассмотрим экологическую систему, содержащую хищника и его жертву (например, жертвы – зайцы, хищники - волки). Будем предполагать, что зайцы питаются растительной пищей, которая имеется в избытке и не ограничивает их размножения, а волки питаются только зайцами.

Пусть x - число зайцев, а y - число волков на рассматриваемой территории. Так как количество пищи для зайцев не ограничено, можно предположить, что зайцы размножаются со скоростью, пропорциональной их числу. Это означает, что изменение числа зайцев вследствие рождаемости Δx_p за время Δt при их начальной численности x описывается соотношением:

$$\Delta x_p = \varepsilon_p x \Delta t,$$

где ε_p - коэффициент рождаемости.

Аналогичным образом можно вычисляется изменение числа зайцев Δx_c в результате естественной смертности (т.е. без учета их истребления волками):

$$\Delta x_c = -\varepsilon_c x \Delta t,$$

где ε_c - коэффициент естественной смертности. Знак минус в этом выражении взят потому, что число зайцев вследствие смертности уменьшается.

Суммируя Δx_p и Δx_c , получаем изменение числа зайцев за счет рождаемости и естественной смертности:

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= \Delta x_p + \Delta x_c \\ &\text{или} \\ \Delta x_1 &= (\varepsilon_p - \varepsilon_c) x \Delta t \end{aligned}$$

Убыль численности зайцев вследствие поедания волками можно считать пропорциональной произведению числа зайцев (x) и числа волков (y). Это естественно, так как вероятность встречи волков с зайцами тем больше, чем больше численность как волков, так и зайцев в рассматриваемой экологической системе. С учетом этого изменения числа зайцев в результате их поедания волками имеет вид:

$$\Delta x_n = -\gamma_1 x y \Delta t,$$

где γ_1 - коэффициент истребления для зайцев.

С учетом соотношений Δx_1 и Δx_n получаем выражение для изменения числа зайцев под влиянием рождаемости, естественной смертности и конкурентной смертности (вследствие поедания волками) за время Δt :

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_n = (\varepsilon_p - \varepsilon_c) x \Delta t - \gamma_1 x y \Delta t$$

Из соотношения Δx можно получить скорость изменения числа зайцев $\Delta x / \Delta t$:

$$\Delta x / \Delta t \sim \varepsilon_1 x - \gamma_1 x y,$$

где $\varepsilon_1 = (\varepsilon_p - \varepsilon_c)$ - интегральный коэффициент размножения, представляющий собой разницу между коэффициентами рождаемости и естественной смертности.

Таким же образом можно получить уравнение для скорости изменения числа волков:

$$\Delta y / \Delta t \sim \gamma_2 x y - \varepsilon_2 y,$$

Выражение $\gamma_2 x y$ описывает увеличение числа лисиц за счет рождаемости, которая зависит от скорости потребления пищевого ресурса, в данном случае поедания зайцев (что учитывается произведением $x y$ и коэффициентом размножения γ_2). Выражение $\varepsilon_2 y$ описывает естественную смертность лисиц, которая пропорциональна их численности y с коэффициентом смертности ε_2 .

Перейдя в уравнениях (6) и (7) к малому интервалу времени Δt , получим систему из двух дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} dx/dt &= \varepsilon_1 x - \gamma_1 x y, \\ dy/dt &= \gamma_2 x y - \varepsilon_2 y \end{aligned}$$

Здесь в левой части находятся производные по времени величин x и y .

Указанная система дифференциальных уравнений называется математической моделью Вольтерра для экосистемы "хищник – жертва".

Более реалистична так называемая модель Вольтерра с самоограничением роста популяций хищника и жертвы. Она учитывает, что численность популяции жертвы не может расти до бесконечности, даже в отсутствие хищника (по причине ограниченности пищевых и других ресурсов). Аналогичная ситуация отмечается для хищника.

Для учета этого обстоятельства достаточно в правые части системы добавить отрицательные квадратичные члены $\mu_1 x^2$ и $\mu_2 y^2$. Здесь μ_1 и μ_2 - ресурсные коэффициенты для жертвы и хищника. В итоге получаем:

$$\begin{aligned} dx/dt &= \varepsilon_1 x - \gamma_1 xy - \mu_1 x^2 \\ dy/dt &= \gamma_2 xy - \varepsilon_2 y - \mu_2 y^2 \end{aligned}$$

Цель работы: изучение динамики численности особей различных видов и получение на этой основе эмпирических закономерностей, позволяющих осуществить прогноз изменения количества особей на основе математического моделирования и компьютерного анализа.

Ход работы:

Расчитать, как меняется амплитуда и период колебаний численности хищника и жертвы при увеличении и уменьшении значений отдельных параметров модели по сравнению с величинами, представленными на рисунке.

Исходные данные:

Начальное число зайцев $X_0 = 100$; Коэф-т размножения зайцев $\varepsilon_1 = 2$; Коэф-т истребления зайцев $\gamma_1 = 0,01$; Коэф-т ресурсный для зайцев $\mu_1 = 0,001$; Время счета $T = 30$;	Начальное число волков $Y_0 = 30$; Коэф-т размножения волков $\gamma_2 = 0,02$; Коэф-т смертности волков $\varepsilon_2 = 0,3$; Коэф-т ресурсный для волков $\mu_2 = 0$; Длина шага $H = 0,1$
---	---

Произвести компьютерный анализ для выявления ряда динамических режимов в этой простой экологической системе, составить график амплитуды и периода колебаний численности хищника и жертвы, дать полное описание построенной модели «хищник-жертва».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее методическое указание написано в соответствии с программой курса «Экология» и предназначено для подготовки бакалавров по направлению «Геология». В рамках данного курса бакалавр должен уметь определять источники негативного техногенного воздействия, оценивать масштабы проявленности тех или иных негативных экологических ситуаций, уметь составлять биологические модели развития популяций.

Целью методических рекомендаций является ознакомление студентов с методами эколого-геохимических и эколого-геофизических исследований. Данный учебный комплекс состоит из ряда лабораторных и практических заданий, максимально адаптированных к материально-технической базе современных университетов и позволяющих закрепить на практике теоретические и методические основы, изложенные в лекционном курсе по «Экологии».

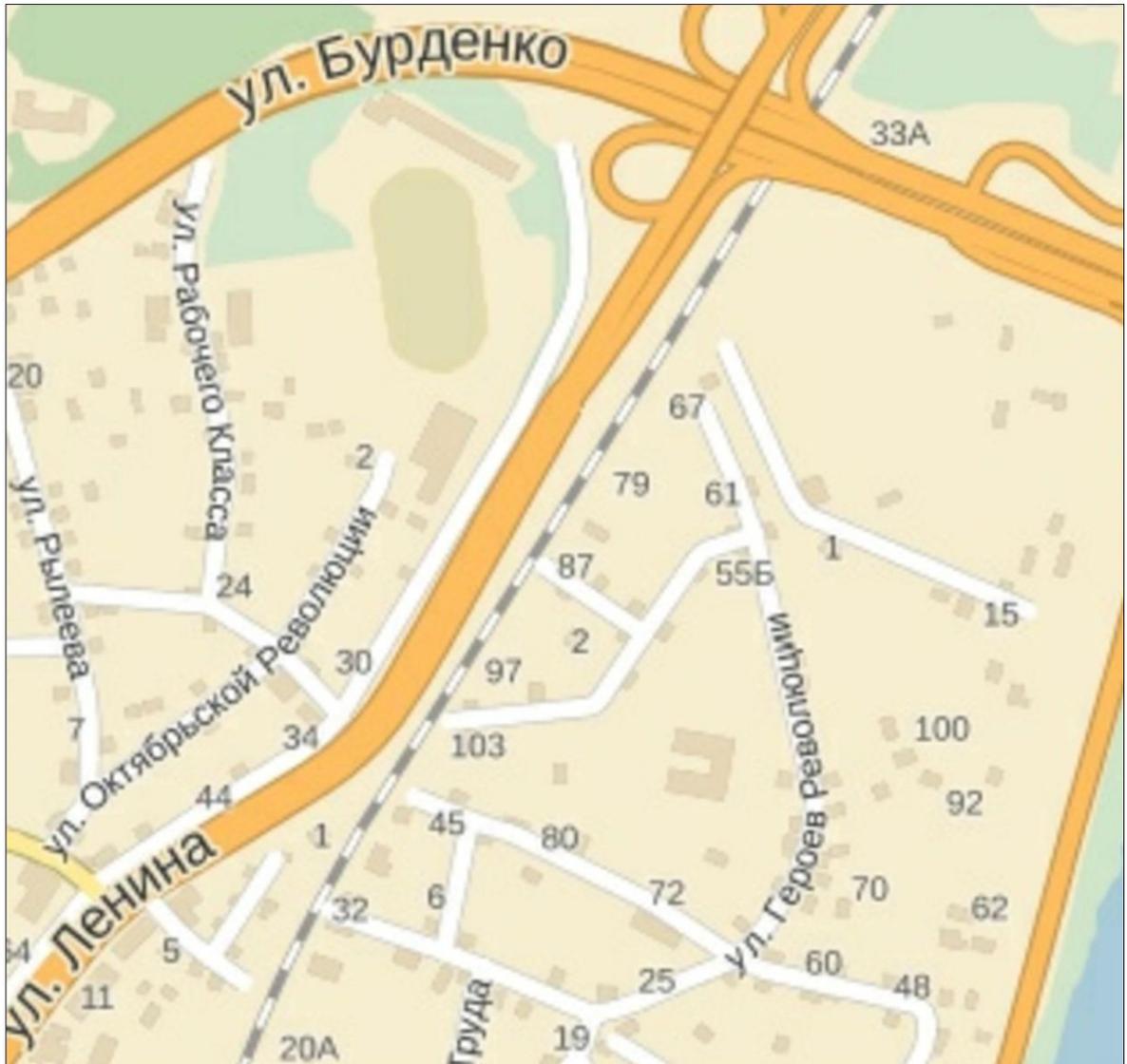
Методически указания состоят из двух разделов. Первый раздел посвящен лабораторным исследованиям, направленным на анализ и оценку состояния окружающей среды. Во втором разделе представлены практические задания, которые позволяют освоить основные принципы решения экологических задач. Несомненно, что по мере накопления методического и практического опыта данные методические указания будут дополняться и совершенствоваться.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Безопасность жизнедеятельности. Производственная санитария и гигиена труда. Расчет производственного освещения / Т.Г. Феоктистова. – Москва, 2013. – 61 с.
2. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
3. Математическая модель сообщества хищник — жертва с нижним порогом численности жертвы / Апонин Ю. М., Апонина Е. А. // Компьютерные исследования и моделирование. — 2009. — Т. 1. — № 1. — С. 51–56.
4. Методы эколого-геохимических, эколого-геофизических исследований и рациональное недропользование / И.И. Косинова, В.А. Богословский, В.А. Бударина // Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – Воронеж:, 2004. – 281 с.
5. Практикум по методам эколого-геологических исследований / И.И. Косинова, М.Г.Воробьева, М.Г. Раскатова – Воронеж : Изд-во Воронежского университета, 2015. – 65 с.
6. Экология, окружающая среда и человек: учебное пособие для вузов / Ю.В. Новиков. – М. : Агентство «Фаир», 1998. – 320 с.
7. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы.— М.: Россия молодая, 1994. — 364 с.
8. Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, В.В. Пасечник. - Ростов н/Д.: Феникс, 2011.- 600 с.
9. Интернет-ресурс <http://www.gala.com>
10. Интернет-ресурс <http://window.edu.ru>
11. Интернет-ресурс <http://www.ecoindustry.ru>

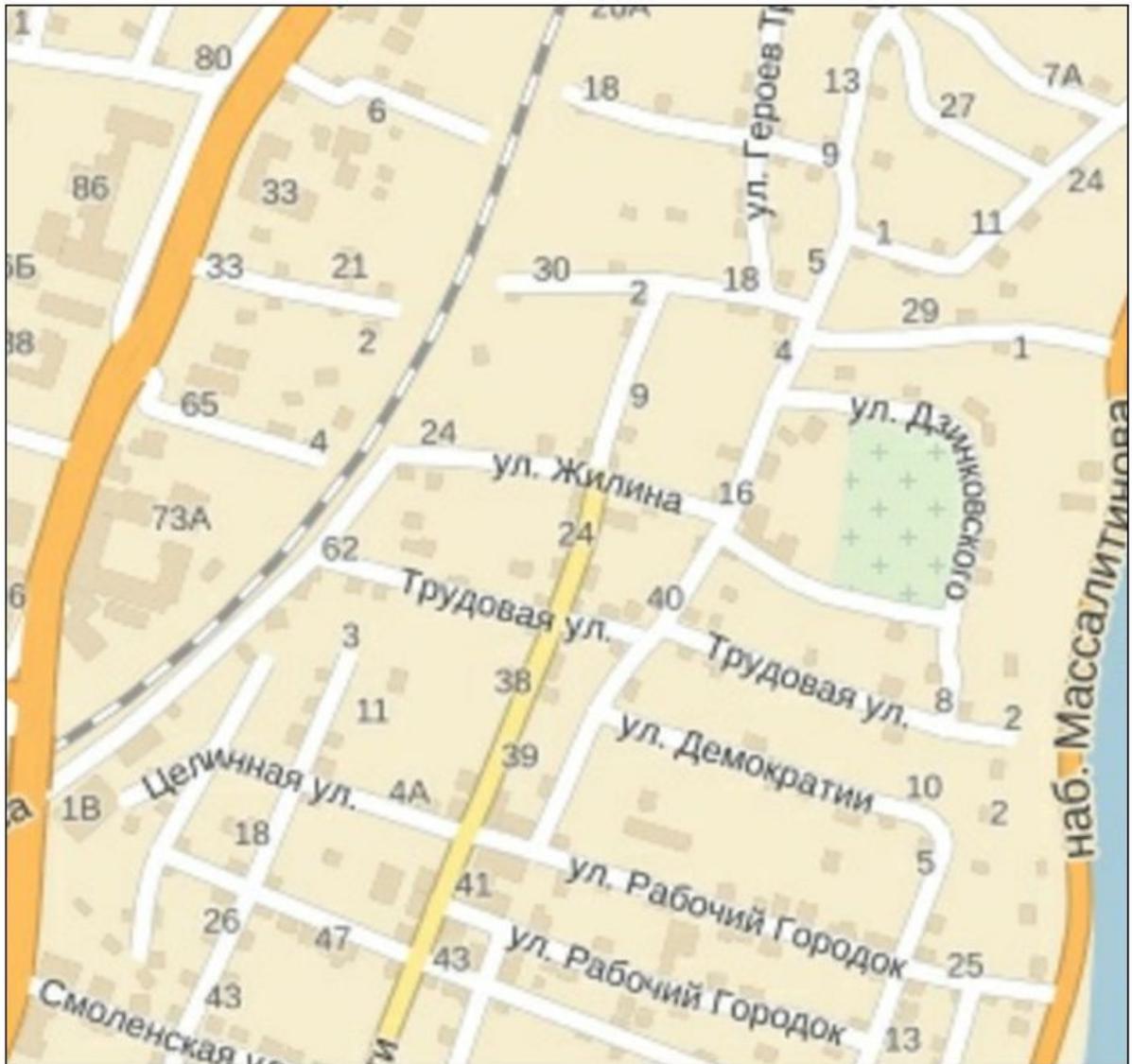
ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Карты дорожной сети г. Воронежа

Вариант 1



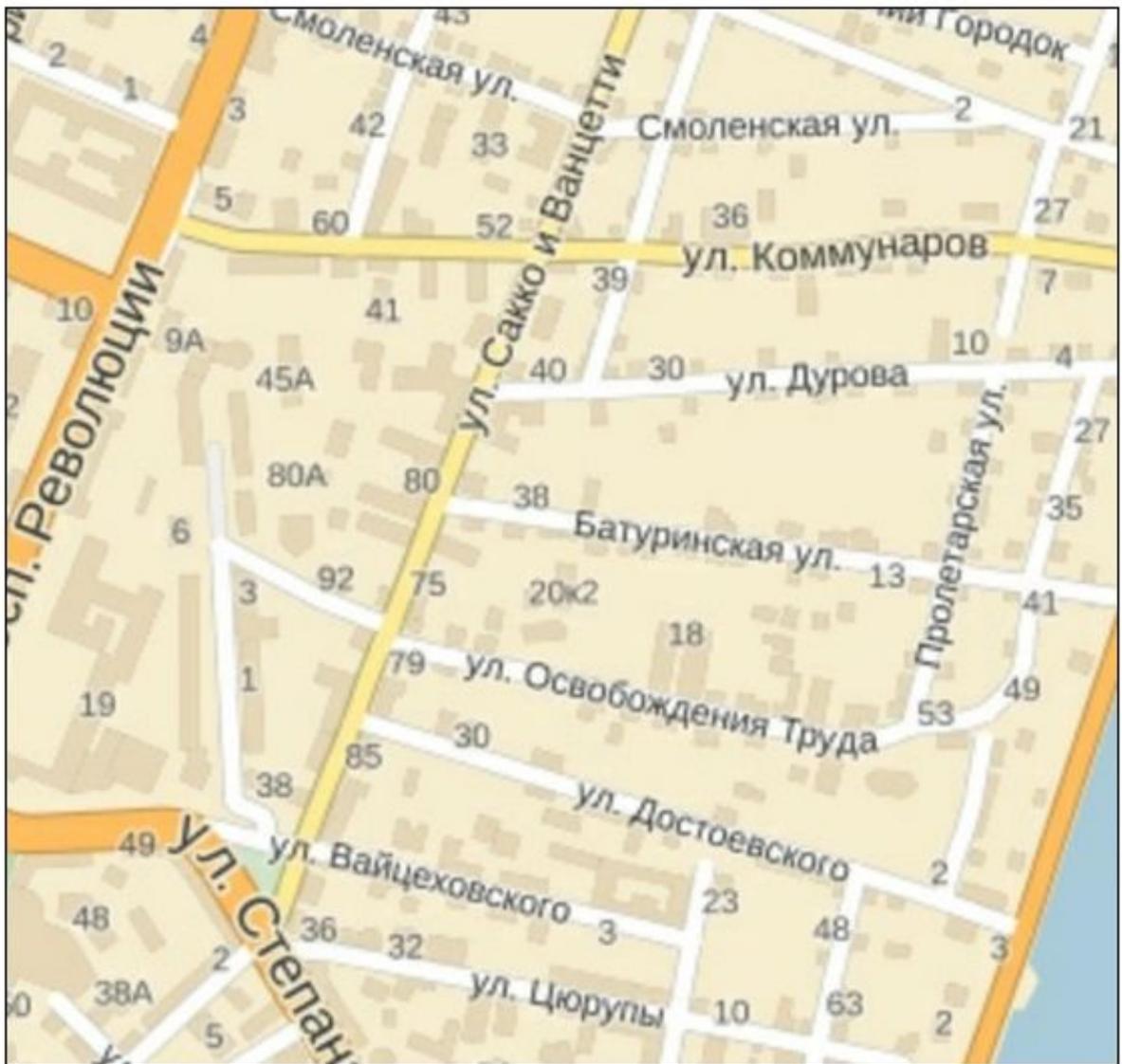
Масштаб 1:5000

Вариант 2



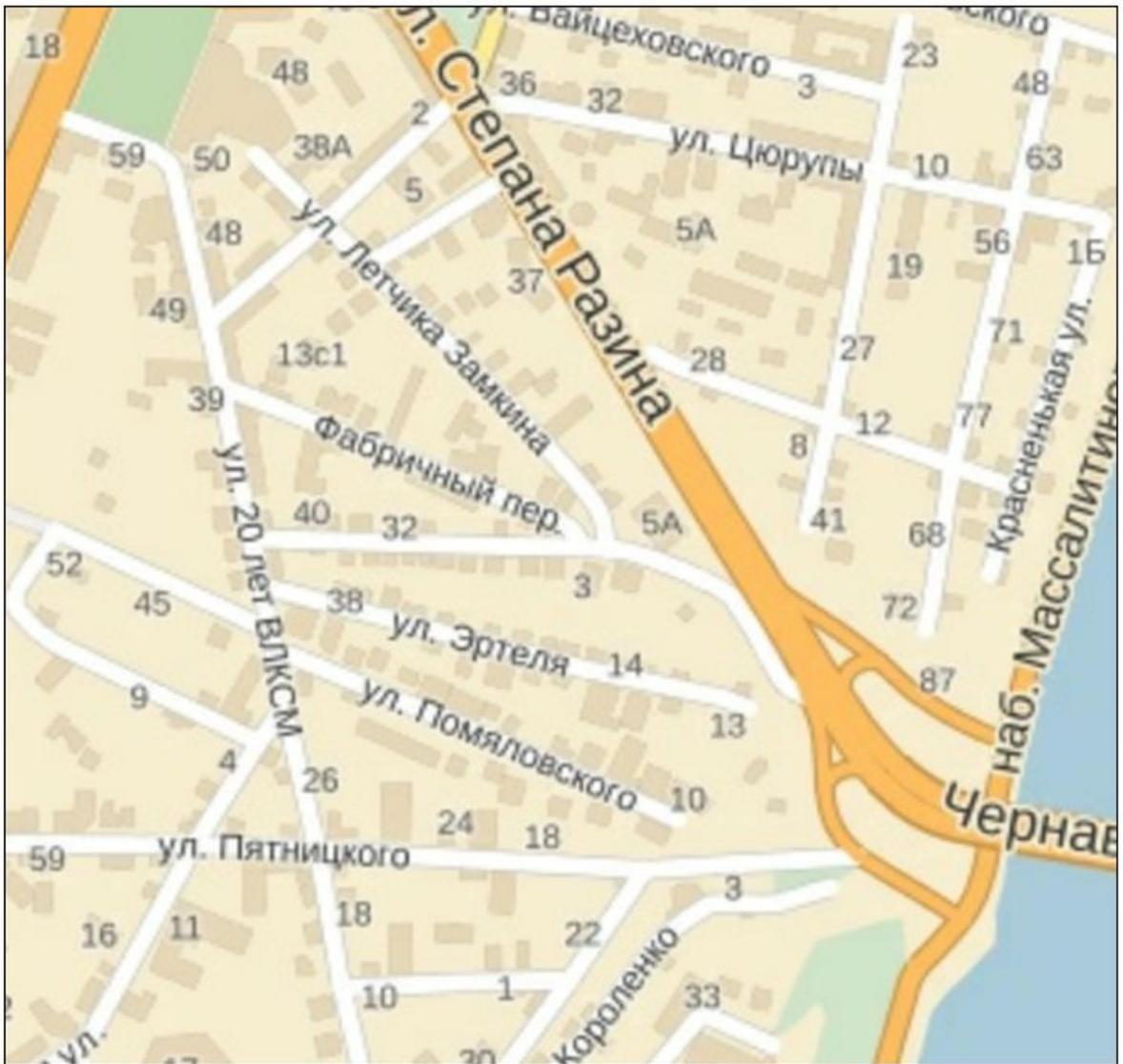
Масштаб 1:5000

Вариант 3



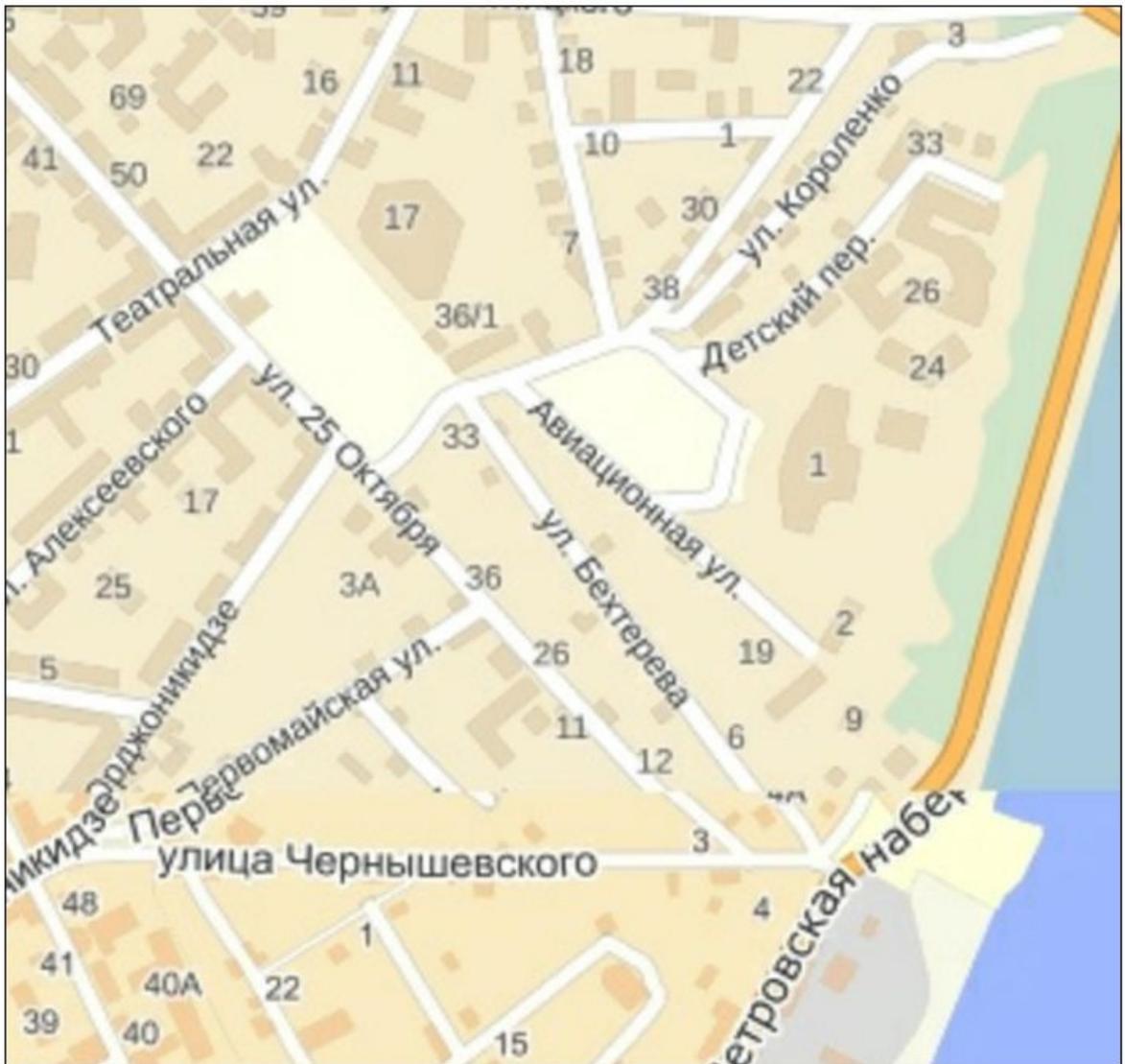
Масштаб 1:5000

Вариант 4



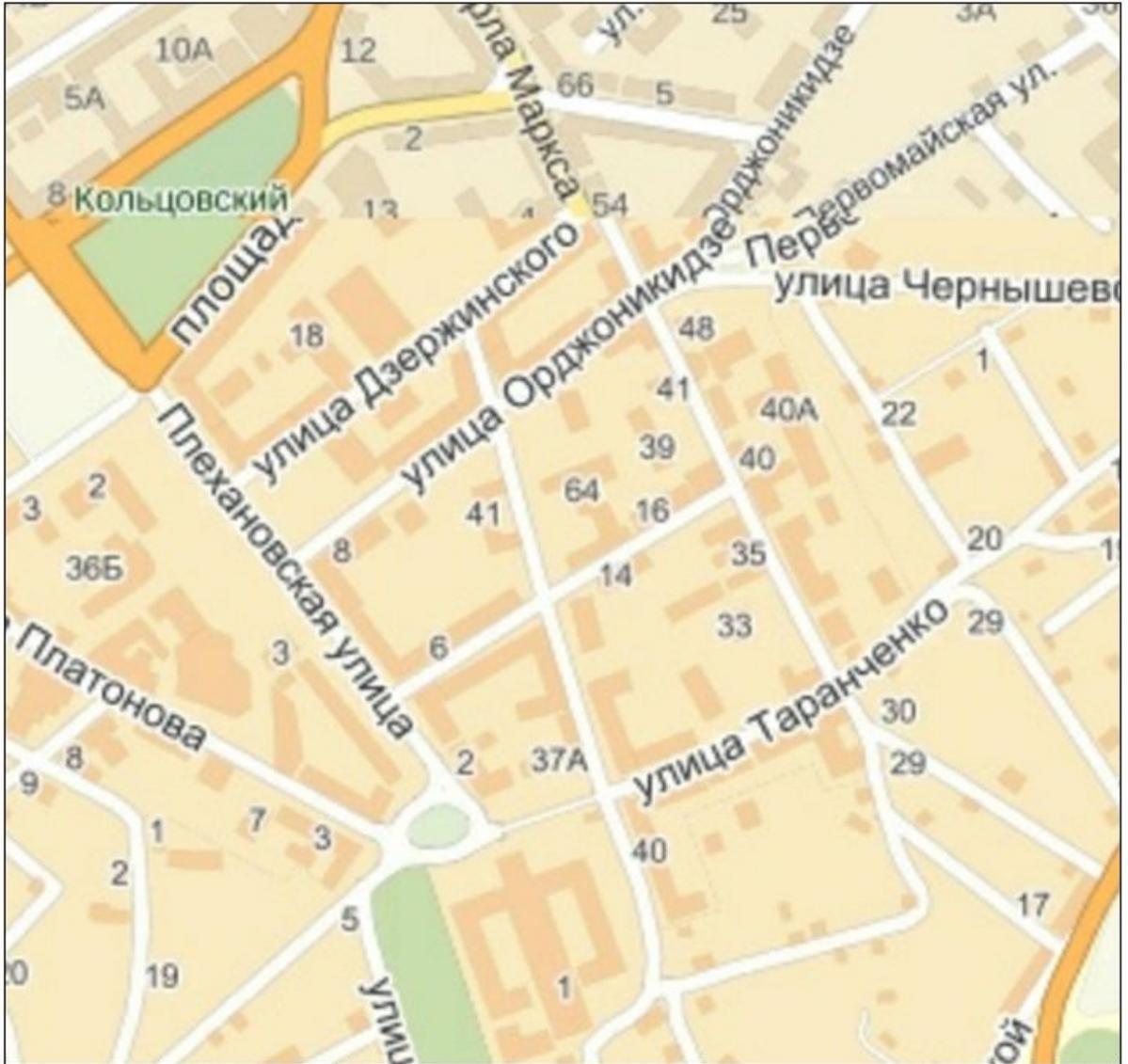
Масштаб 1:5000

Вариант 5



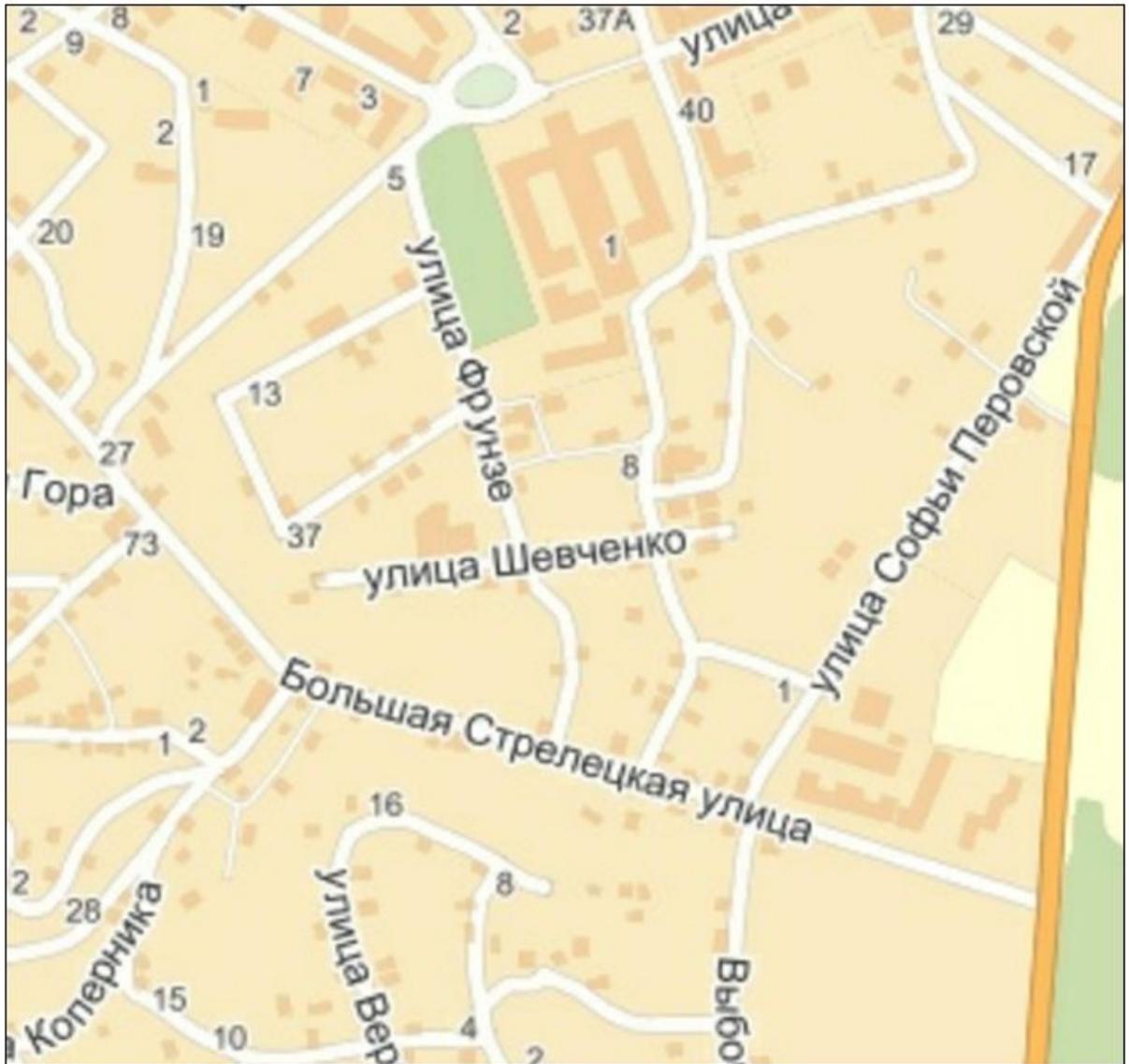
Масштаб 1:5000

Вариант 6



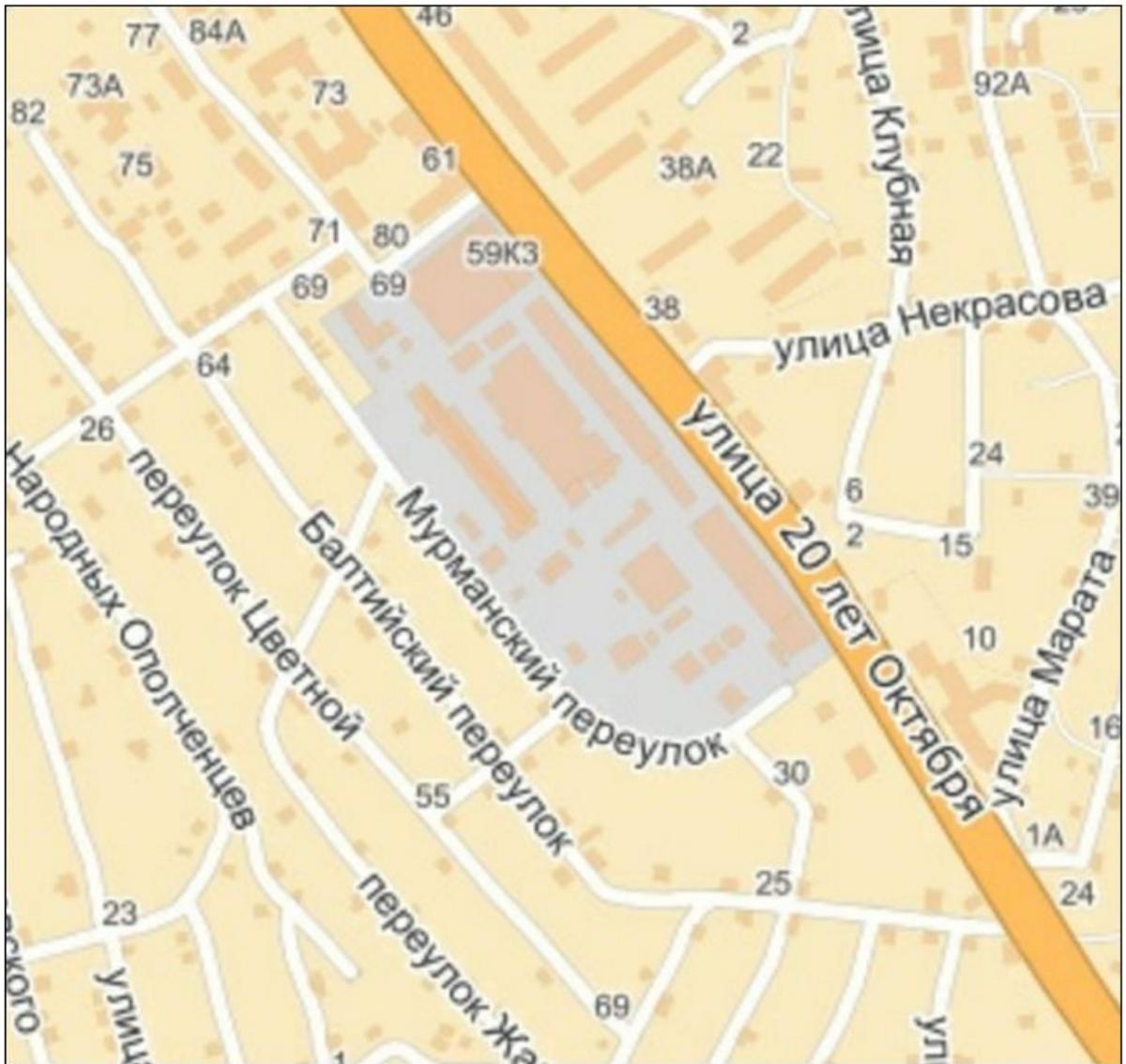
Масштаб 1:5000

Вариант 7



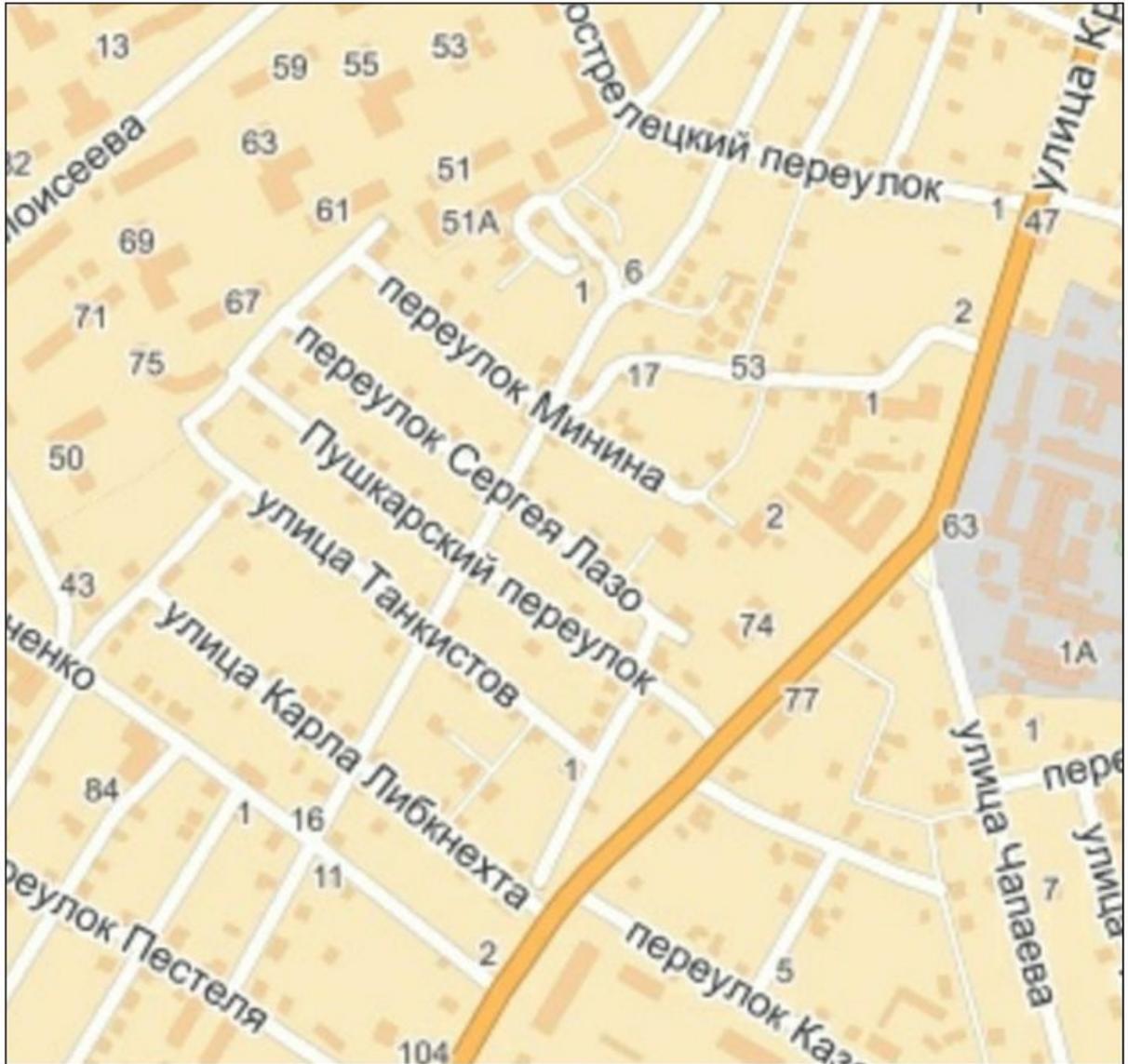
Масштаб 1:5000

Вариант 8



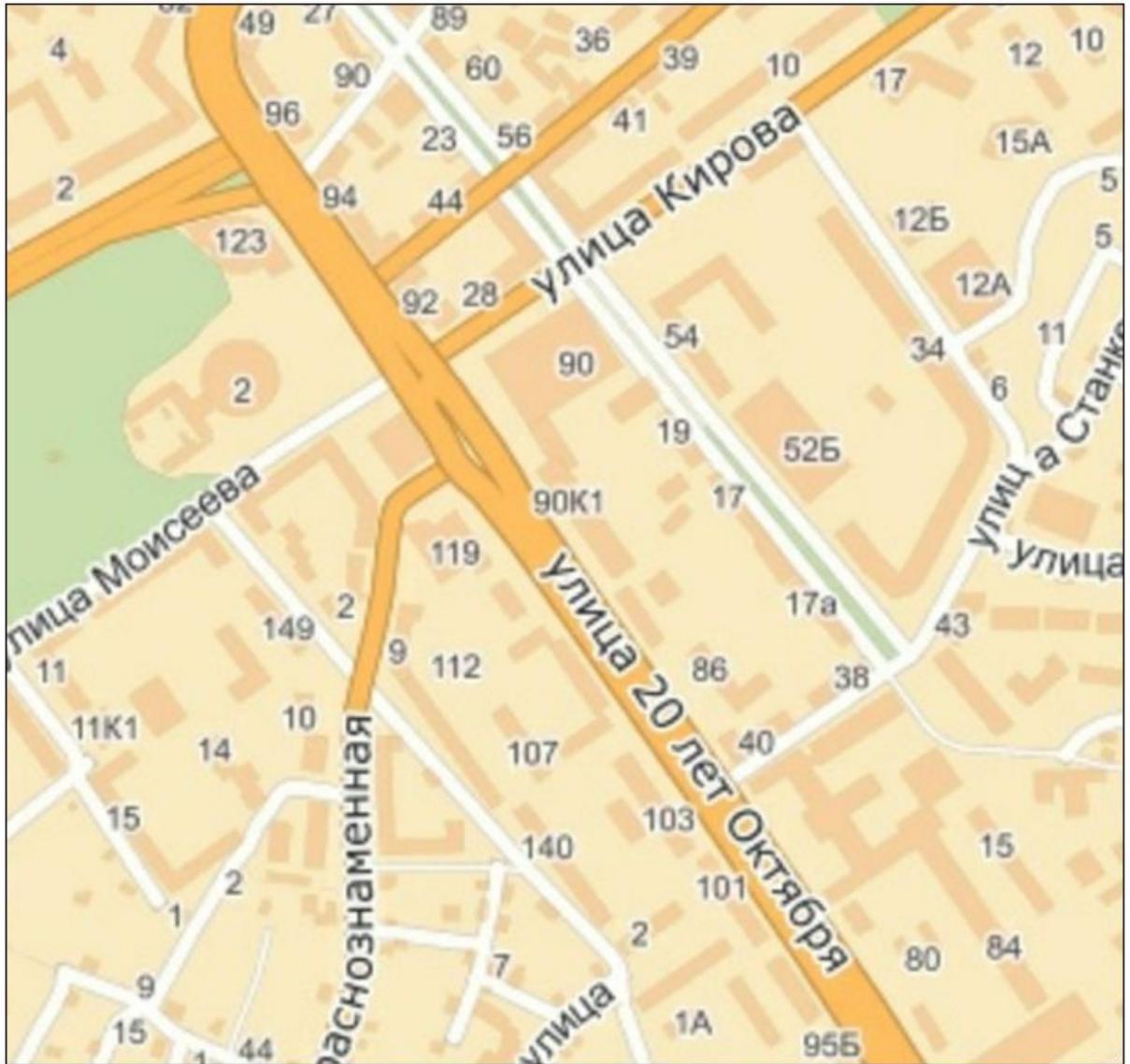
Масштаб 1:5000

Вариант 9



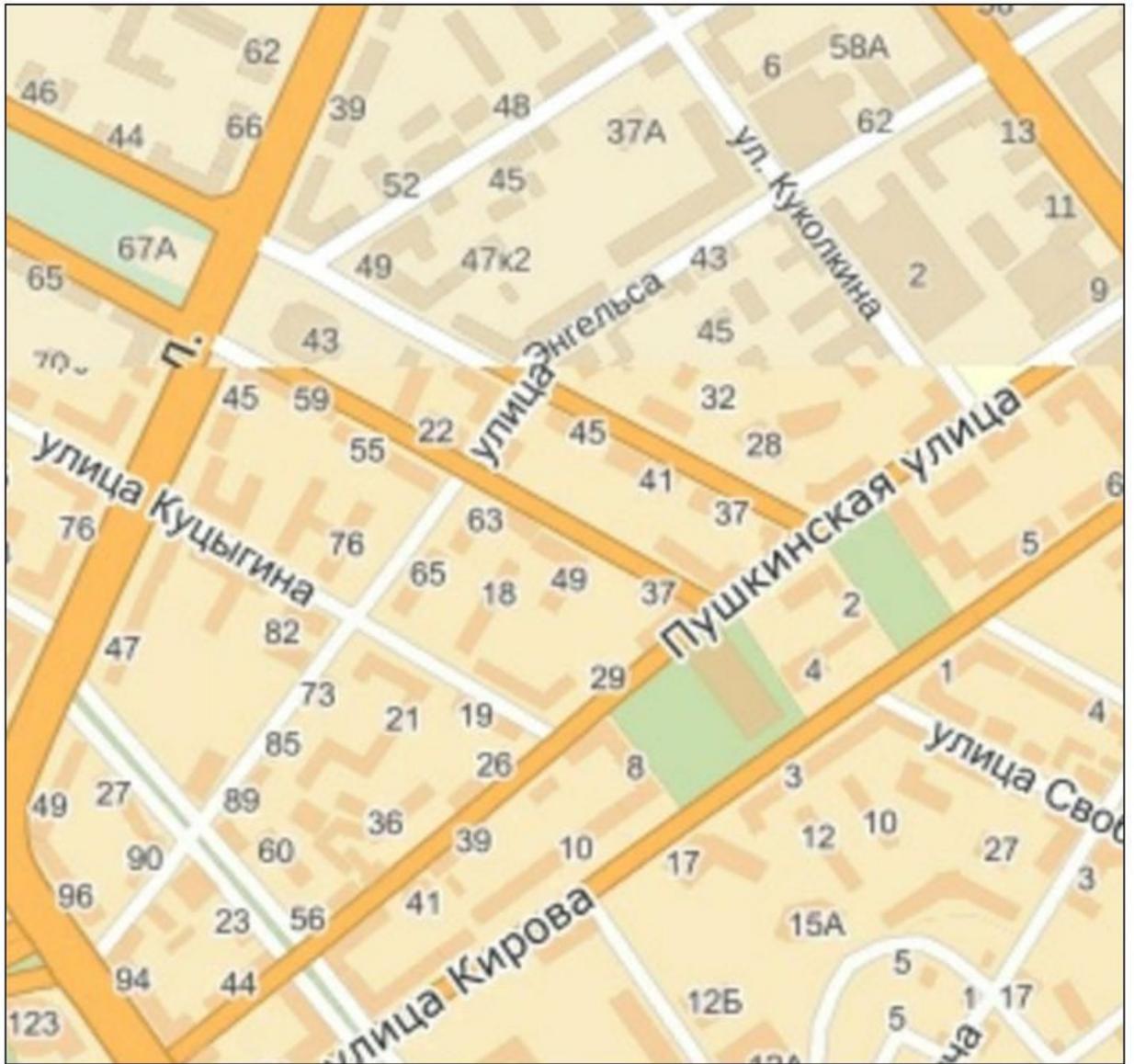
Масштаб 1:5000

Вариант 10



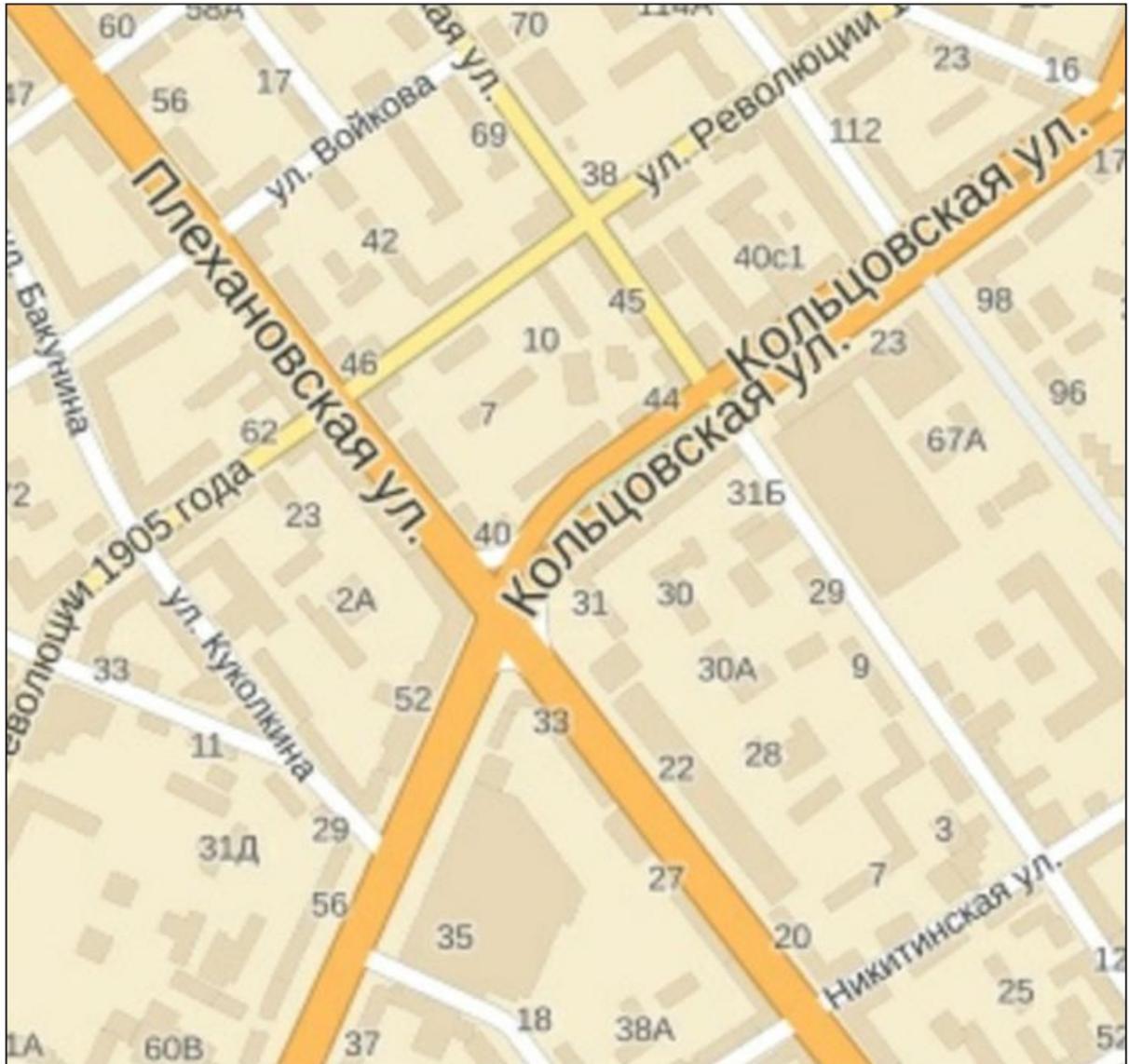
Масштаб 1:5000

Вариант 11



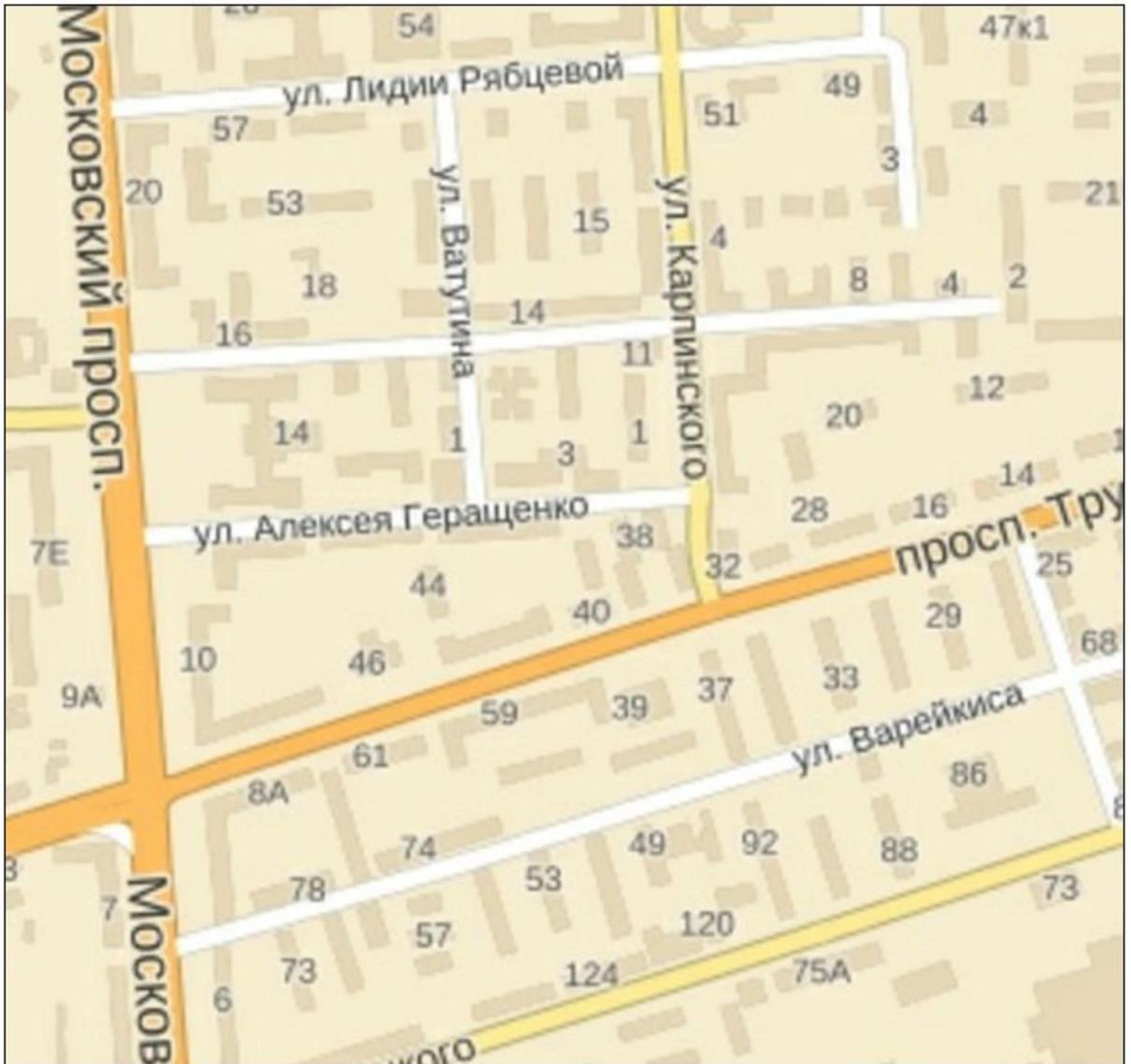
Масштаб 1:5000

Вариант 12



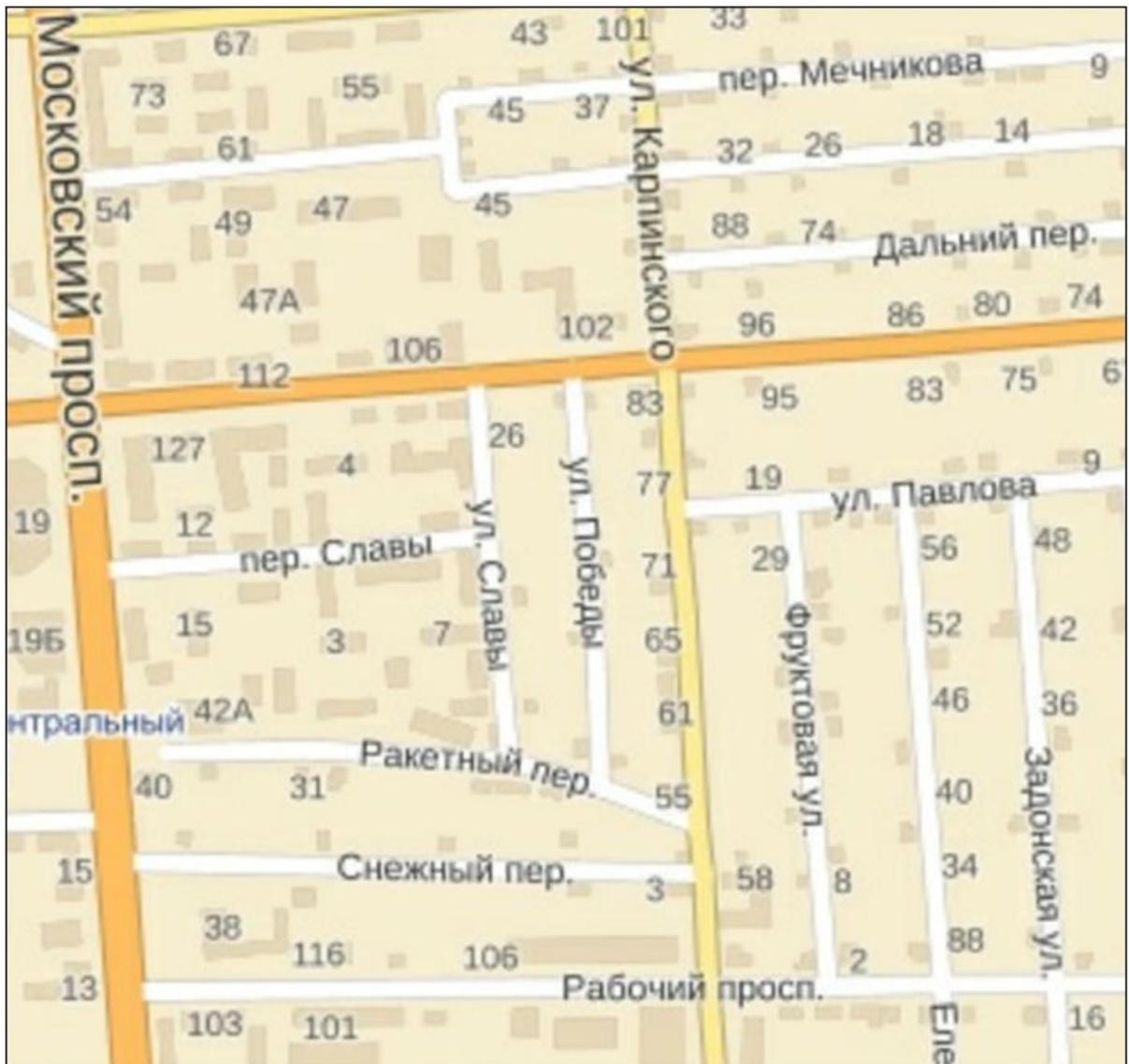
Масштаб 1:5000

Вариант 13



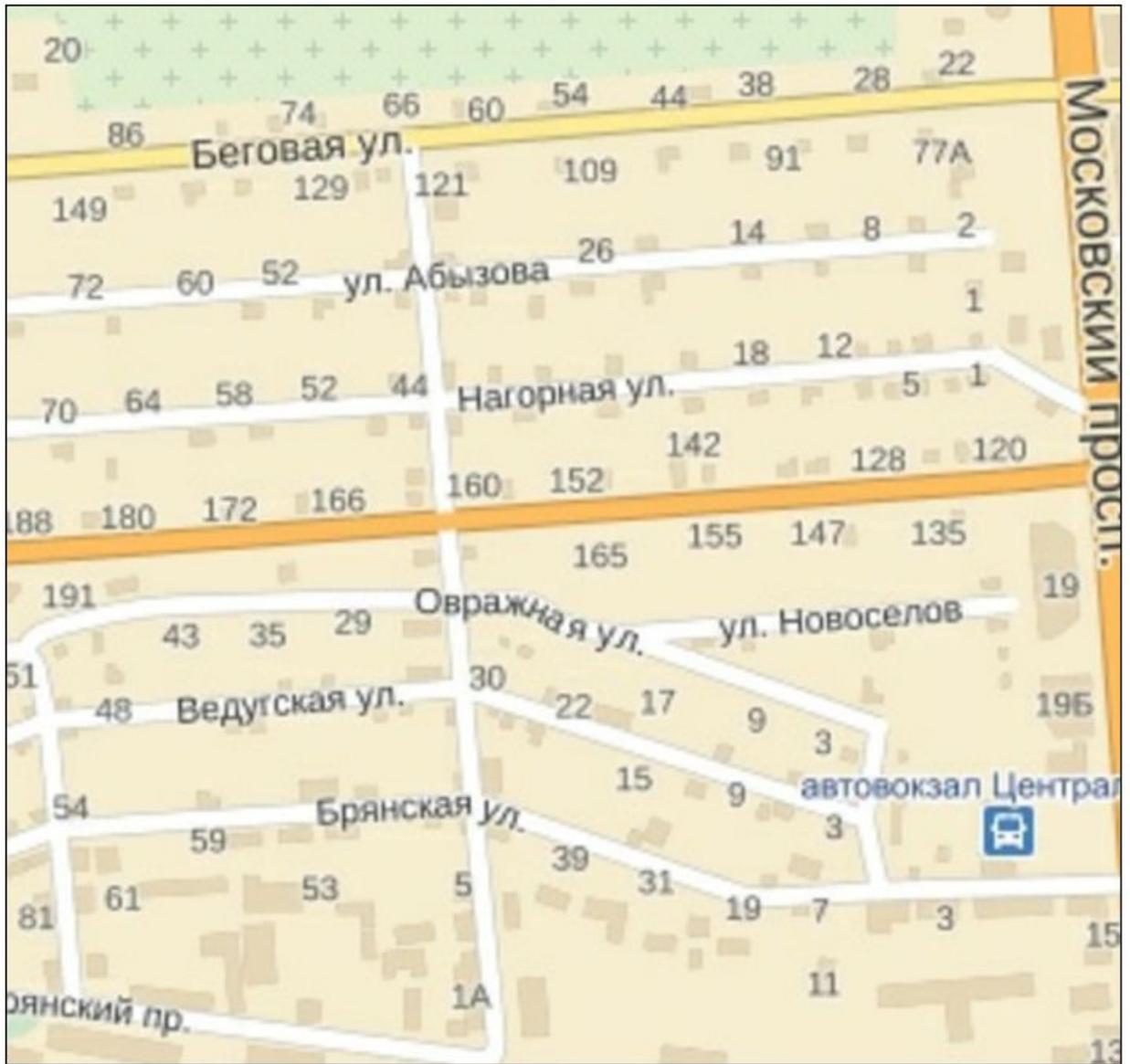
Масштаб 1:5000

Вариант 14



Масштаб 1:5000

Вариант 15



Масштаб 1:5000

Вариант 16



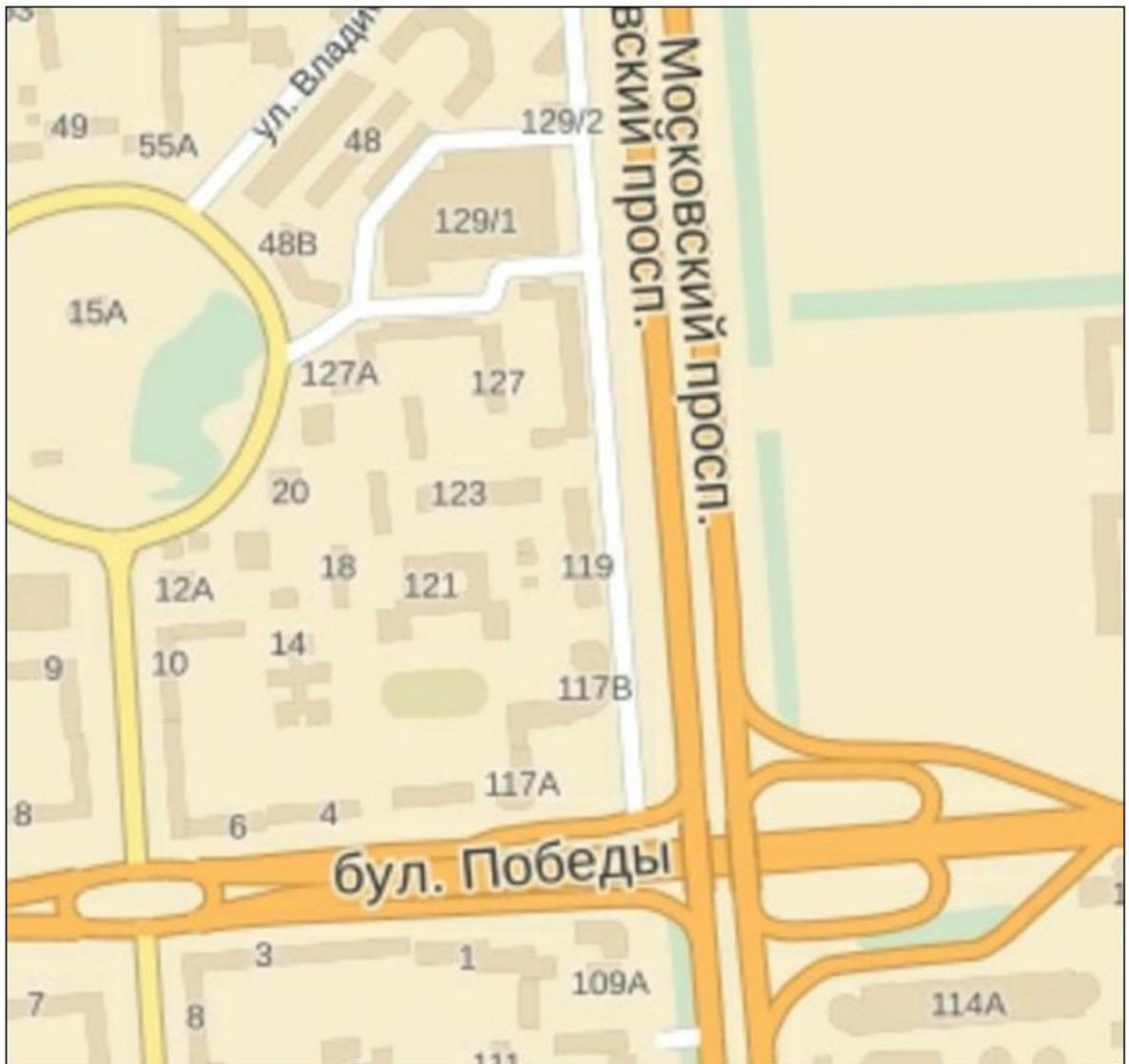
Масштаб 1:5000

Вариант 17



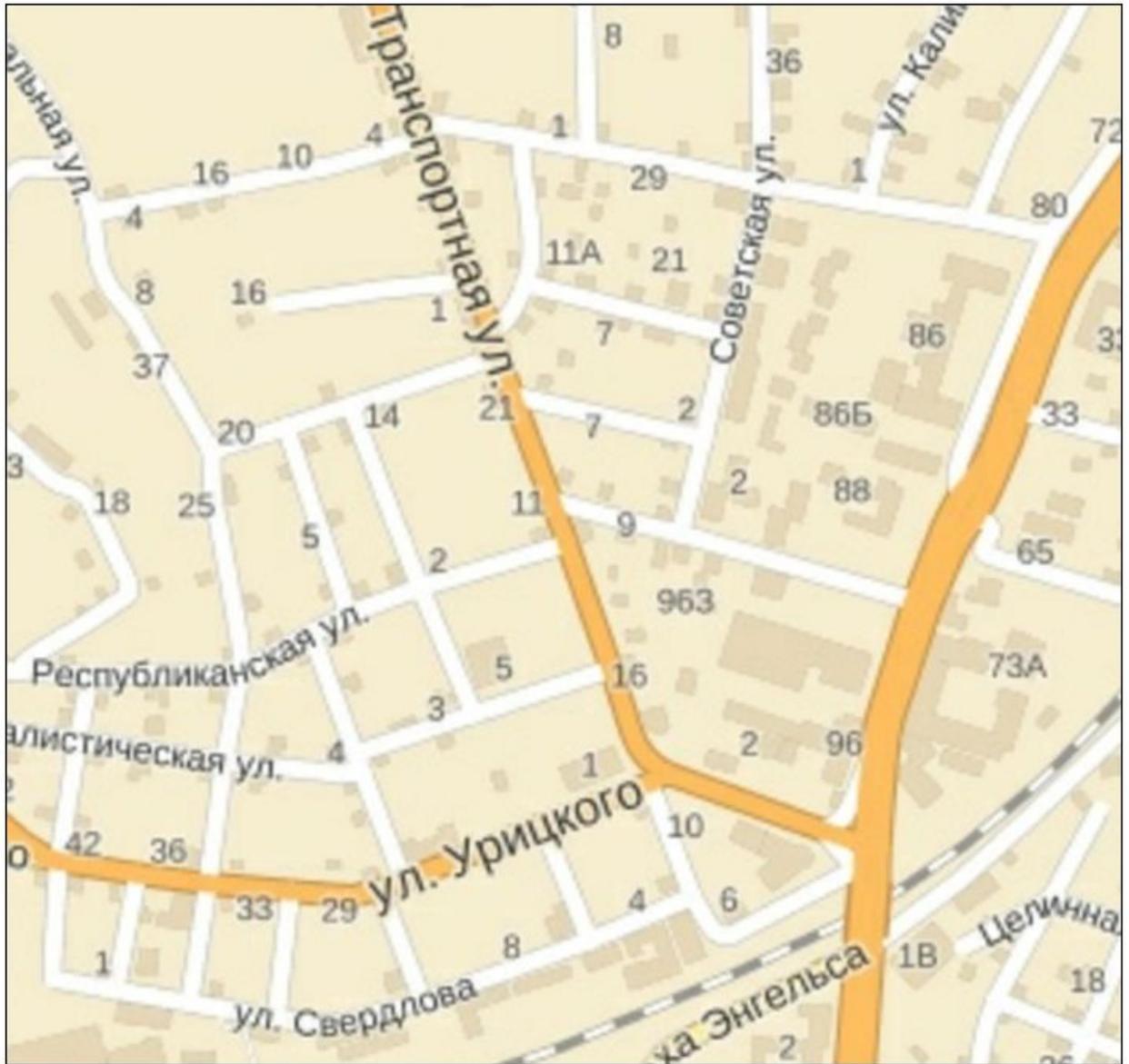
Масштаб 1:5000

Вариант 18



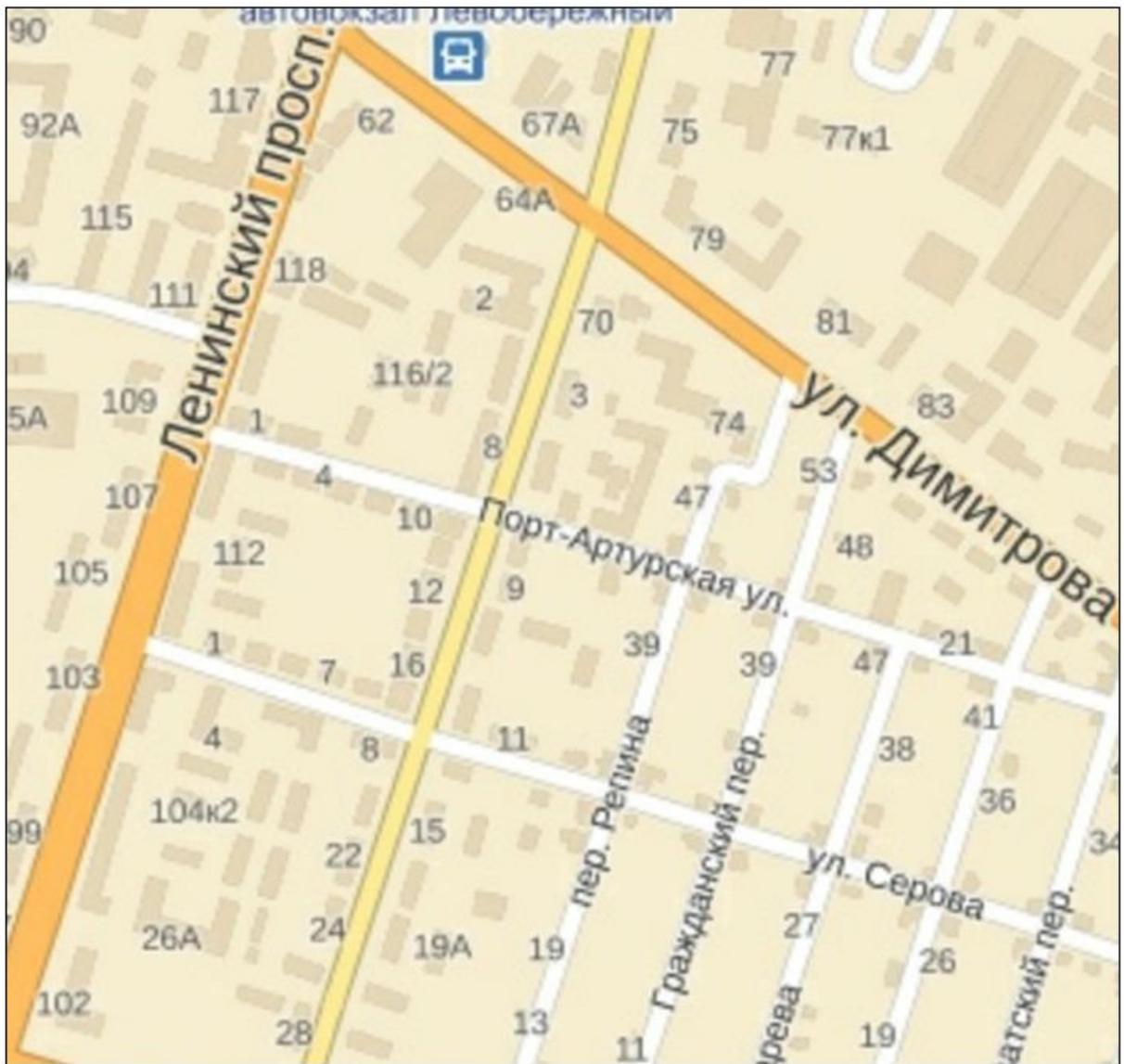
Масштаб 1:5000

Вариант 19



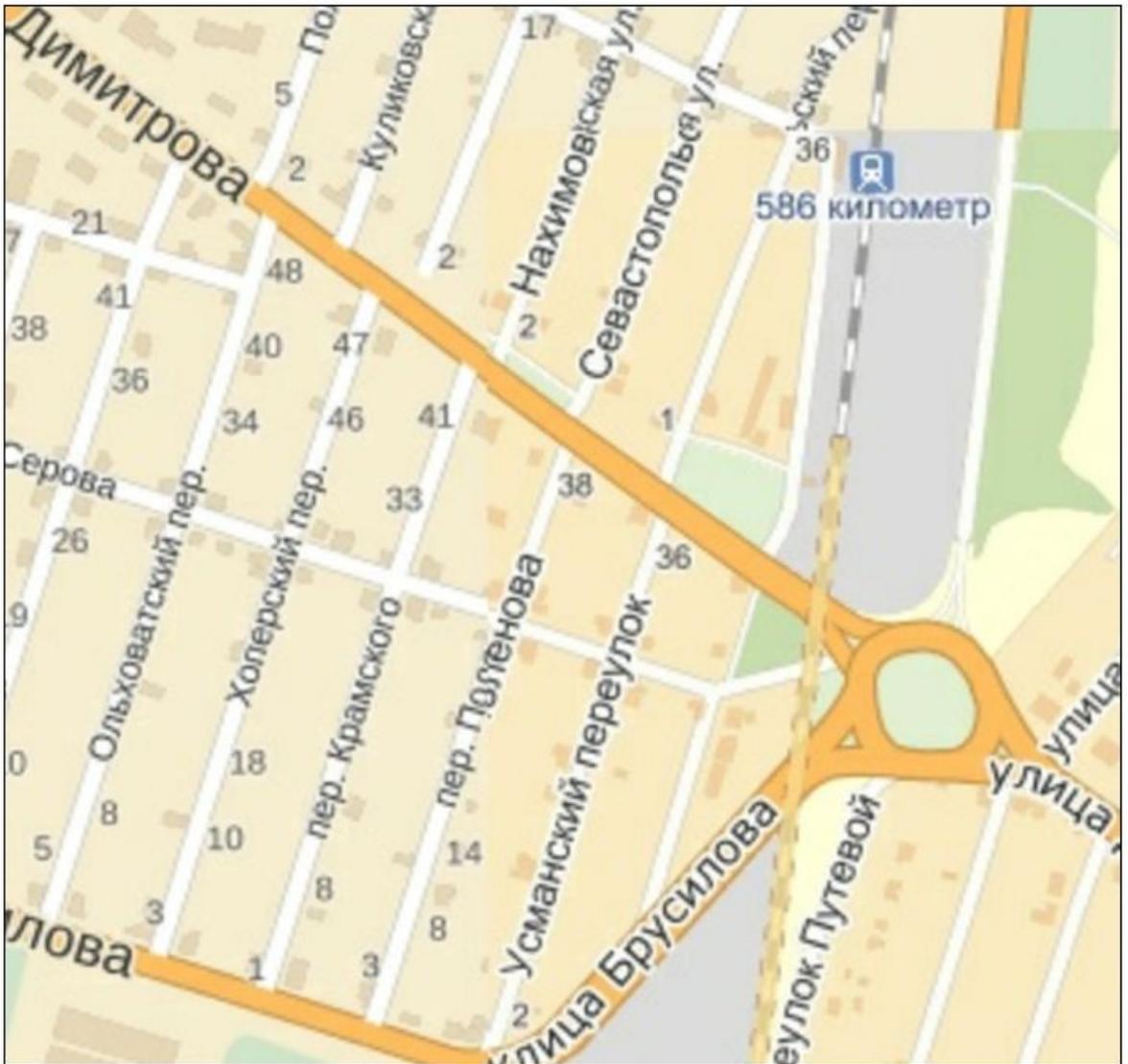
Масштаб 1:5000

Вариант 20



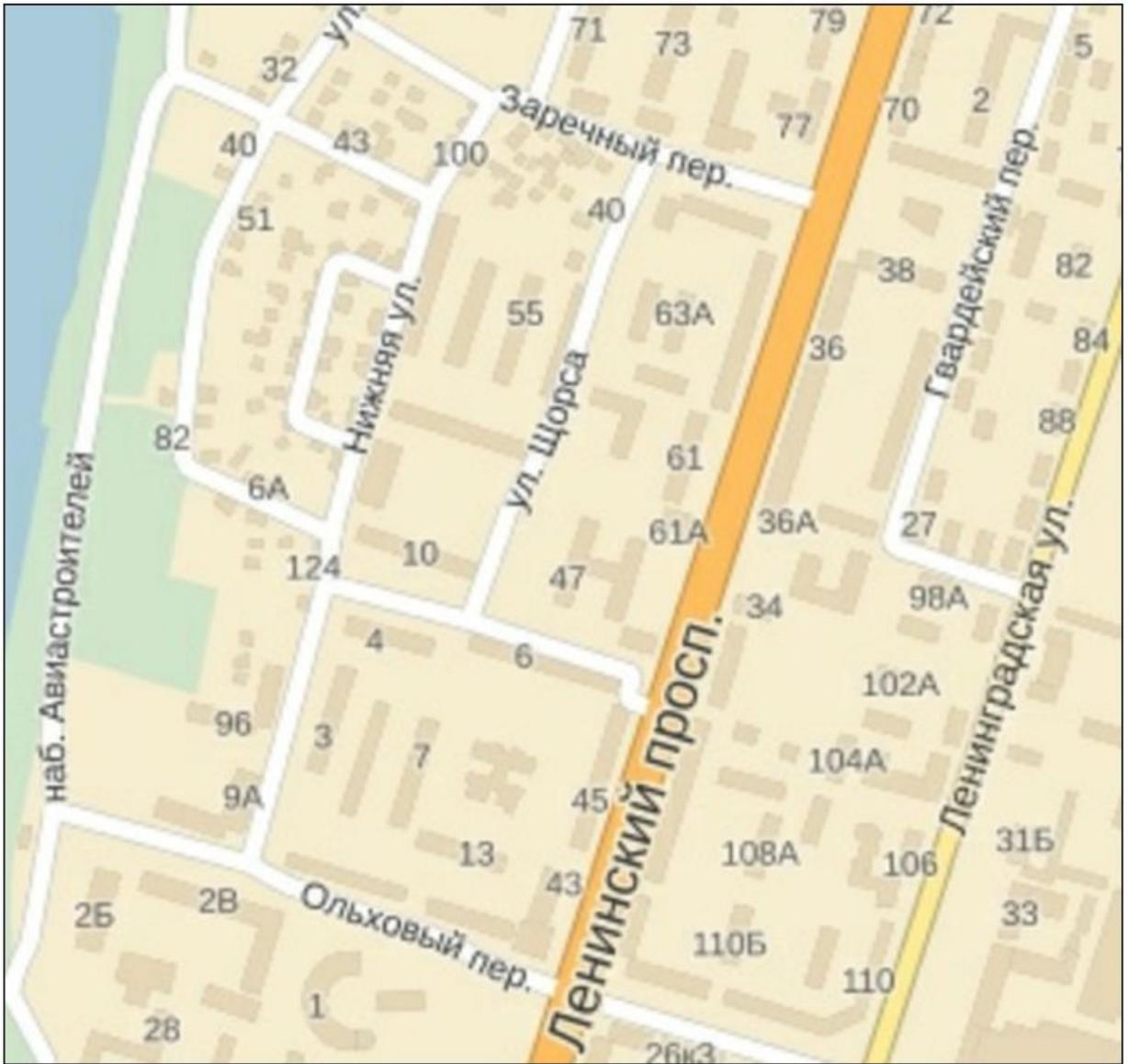
Масштаб 1:5000

Вариант 21



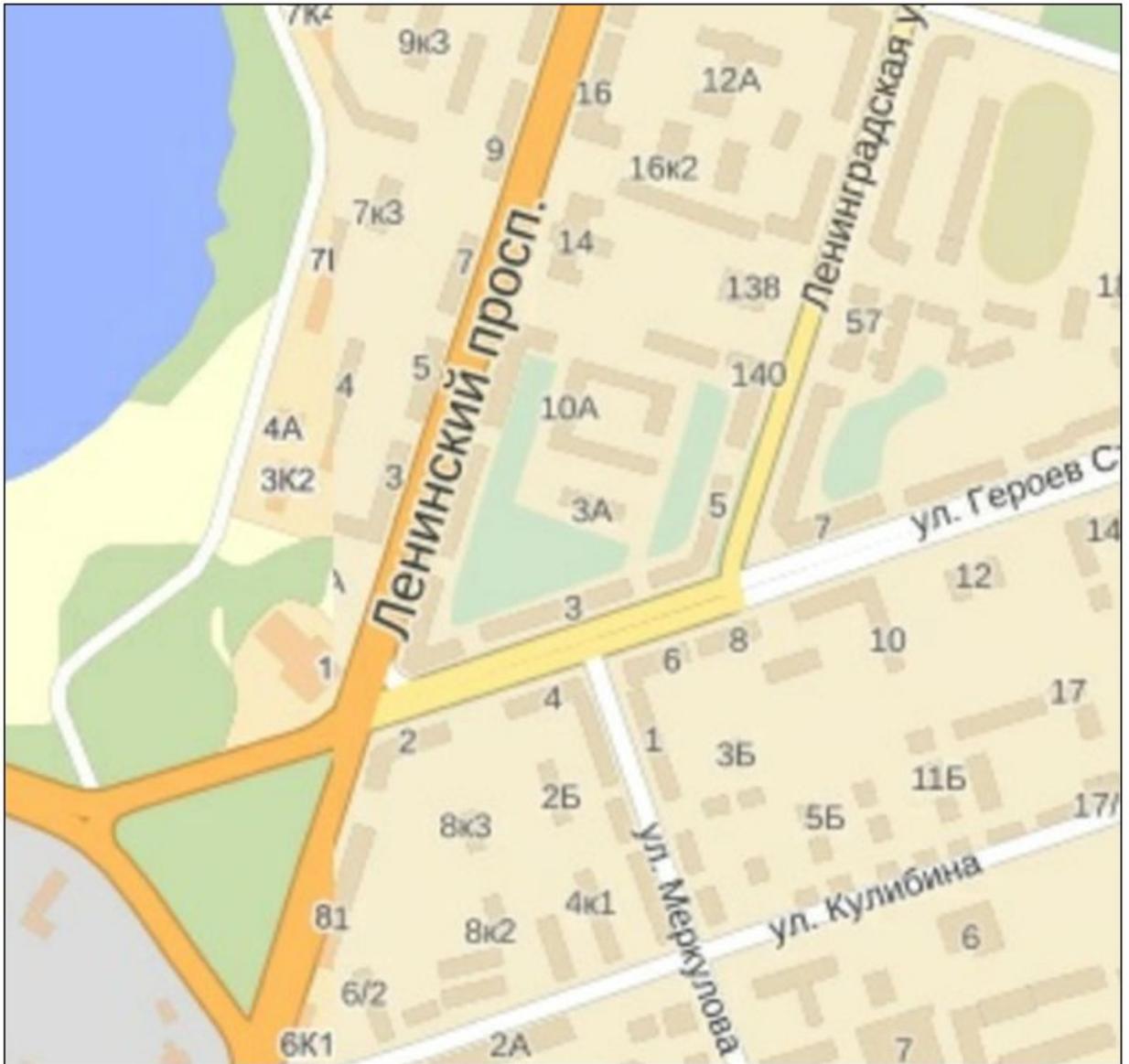
Масштаб 1:5000

Вариант 22



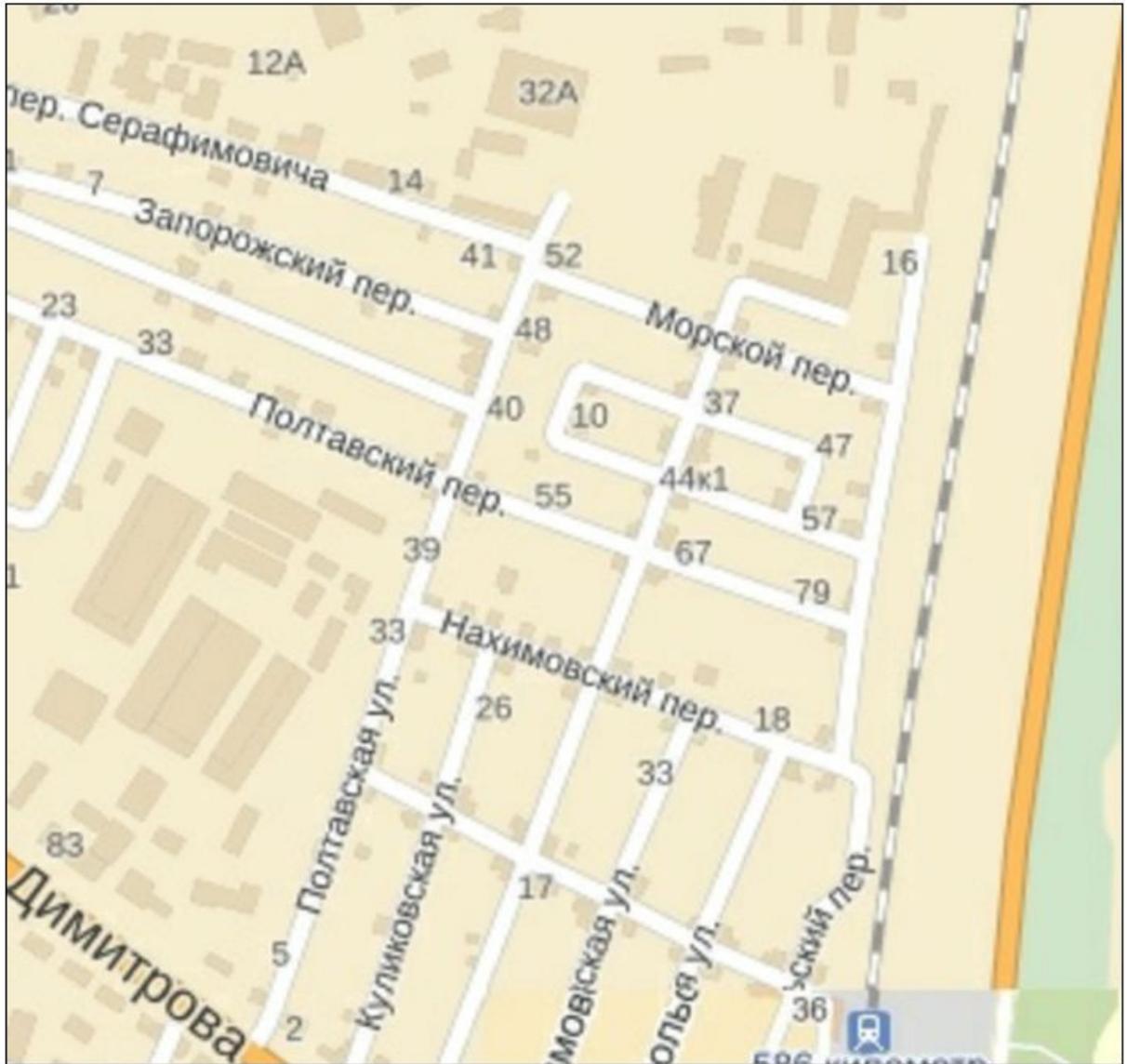
Масштаб 1:5000

Вариант 23



Масштаб 1:5000

Вариант 24



Масштаб 1:5000

Вариант 25



Масштаб 1:5000