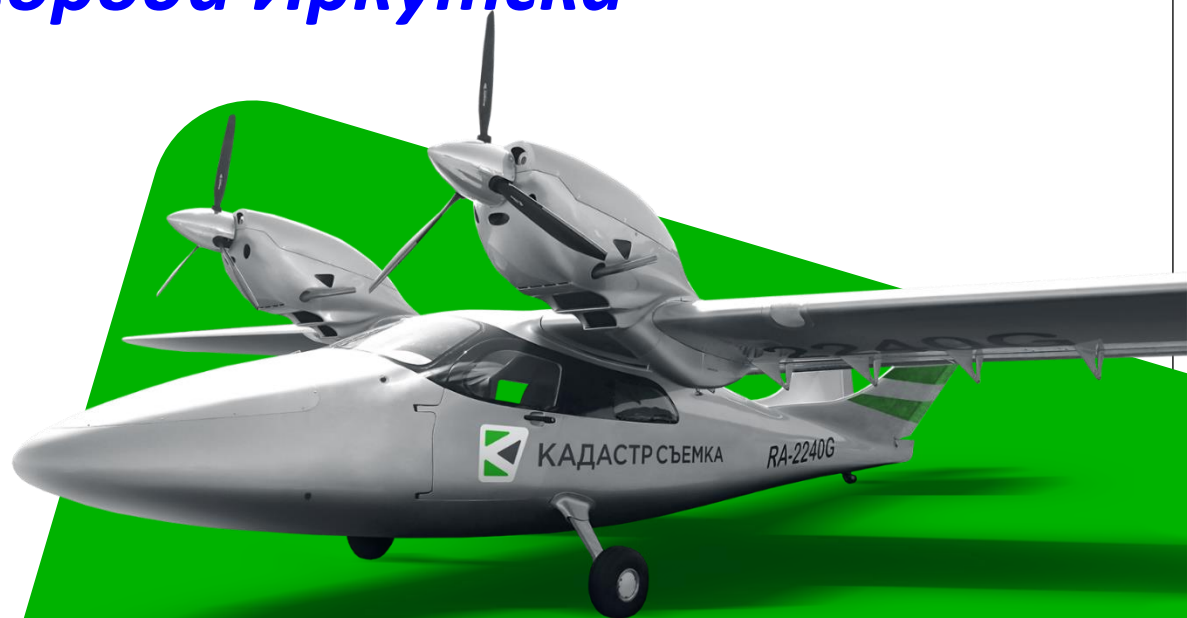


***Создание однородно-точного
координатного пространства
для обеспечения геодезических,
аэросъемочных и кадастровых работ
на территории города Иркутска***



 **КАДАСТРСЪЕМКА**

ИРКУТСК — 2021

Основное актуальное противоречие в практике геодезического производства:

Несоответствие

качества взаимной согласованности исходных пунктов геодезической основы (в местных системах координат)

точности современного спутникового геодезического оборудования

Один из способов решения при наличии ошибок в исходных данных

Использование 7-ми параметрического преобразования пространственных прямоугольных координат (ГОСТ 32453-2017):

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{СК2}} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{СК1}} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mu & \omega_Z & -\omega_Y \\ -\omega_Z & \mu & \omega_X \\ \omega_Y & -\omega_X & \mu \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{СК1}},$$

где $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ — линейные элементы трансформирования систем координат при переходе из системы 1 в систему 2, м; $\omega_X, \omega_Y, \omega_Z$ — угловые элементы трансформирования систем координат при переходе из системы 1 в систему 2, рад; μ — масштабный элемент трансформирования систем координат при переходе из системы 1 в систему 2.

Технология расчета локальных 7-ми параметров перехода с эллипсоида WGS84 на эллипсоид Красовского 1940 г. и к Балтийской системе высот 1977 г.

1. Уравнивание спутниковой геодезической сети в WGS-84. Оценка точности. Составление каталога исходных пунктов ГГС и ГВО в WGS84 (ITRF, эпоха).
2. Формирование каталога координат и высот исходных пунктов ГГС и ГВО по выпискам, полученным в официальном порядке из Росреестра, в МСК и БСВ-77.
3. Учет модели геоида:
1 вариант: ввод поправок модели геоида в эллипсоидальные высоты исходных пунктов в WGS84 с переходом на ортометрические высоты;
2 вариант: ввод поправок модели геоида в отметки исходных пунктов в БСВ-77 для перехода с геоида на эллипсоидальные высоты.
4. Пересчет координат и высот сформированных каталогов в геоцентрические координаты.
5. Расчет локальных 7-ми параметров трансформирования геоцентрических координат (с эллипсоида WGS84 на эллипсоид Красовского 1940 г.) по 1 и/или 2-му варианту учета модели геоида, с весами в плане и по высоте. Анализ остаточных невязок.
6. Разбиение участка работ на зоны с отдельным расчетом 7-ми параметров, пересчет параметров в зонах, анализ невязок на стыке зон. Принятие варианта решения, удовлетворяющего допускам на остаточные невязки в зонах и на стыке зон.

Из практики работ

- Оценка качества взаимной согласованности пунктов геодезической основы г.Красноярска (2014 г., Создание опорной спутниковой геодезической сети, проекция на плоскость МСК №2/СК-42)

Пунктов триангуляции – 59

Пунктов ГВО - 9

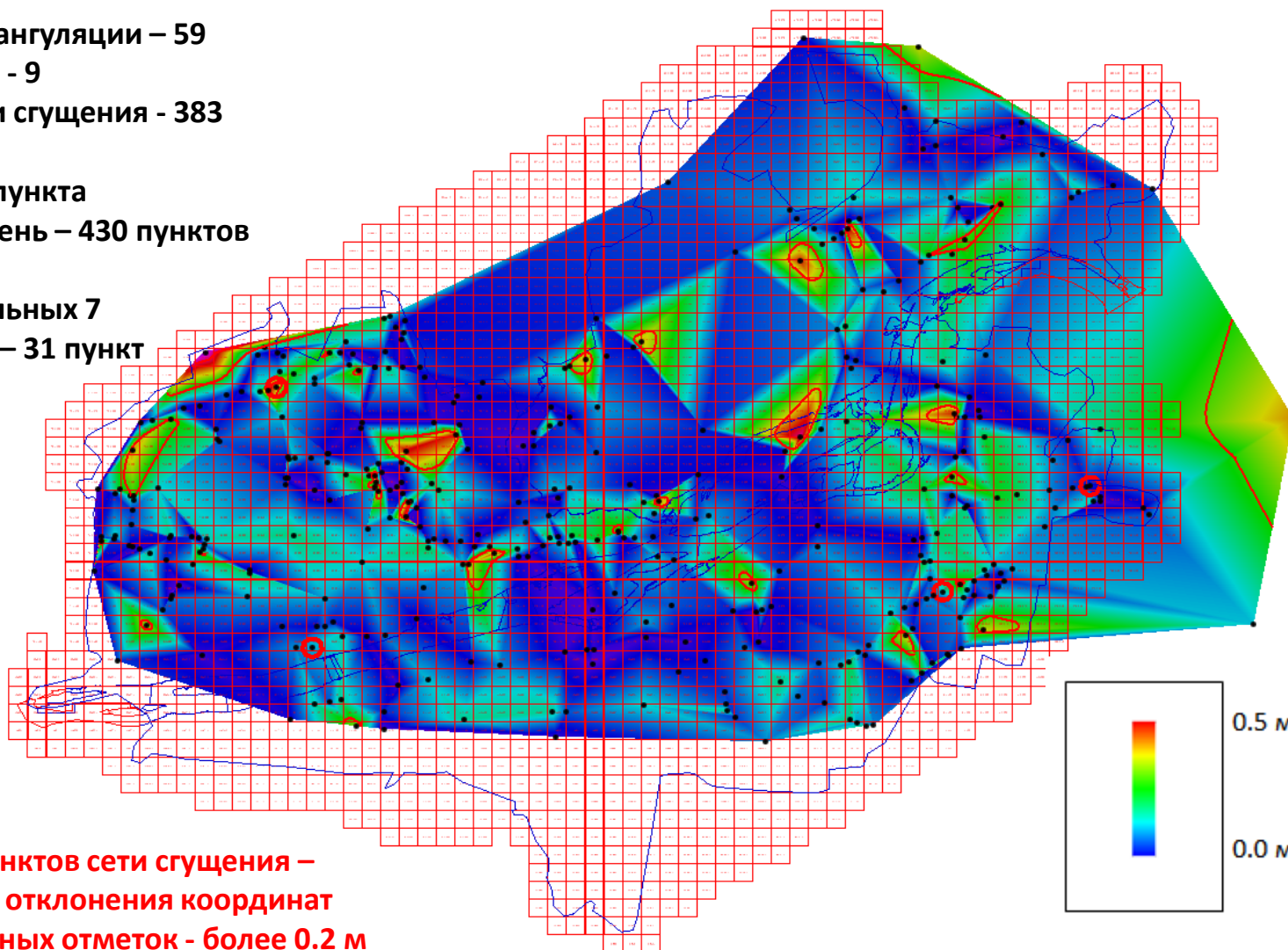
Пунктов сети сгущения - 383

Каркас – 22 пункта

Второй уровень – 430 пунктов

Расчет локальных 7

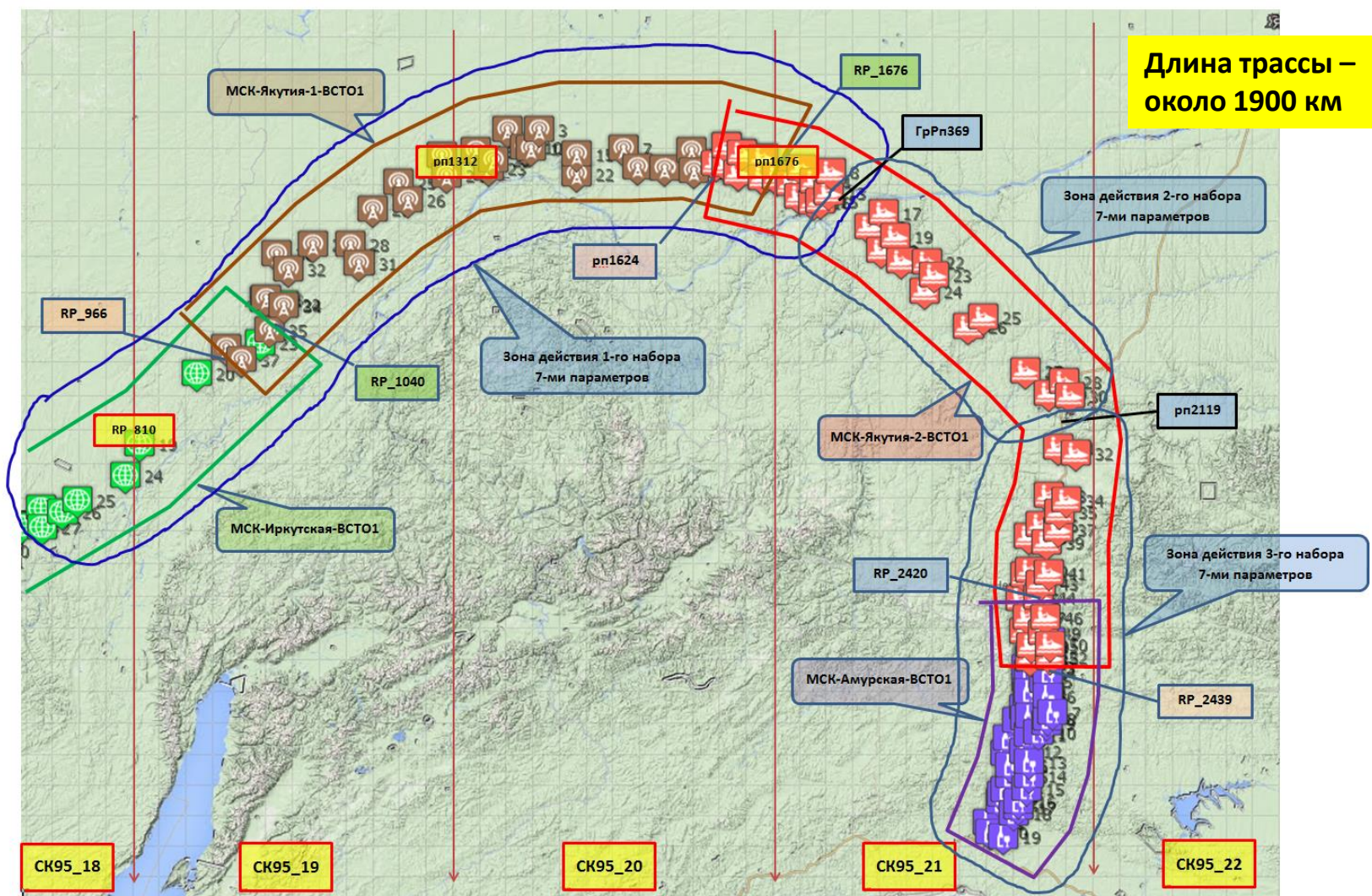
параметров – 31 пункт



Около 8% пунктов сети сгущения –
абсолютные отклонения координат
и/или высотных отметок - более 0.2 м

Из практики работ

- Схема разбиения на зоны по трассе ВСТО с учетом качества взаимной согласованности пунктов геоосновы (2015 г. создание МАГС, местные косоугольные СК /СК-95)



- Взаимная согласованность пунктов геоосновы при создании геодезической съёмочной сети на территории Республики Бурятия (2020 г. создание ЦОФП масштаба 1:2000, МСК-03/СК-42)

Исходных пунктов ГВО – 3,
ГГС – 36 (26 из них – с отметками
из геометрического
нивелирования)

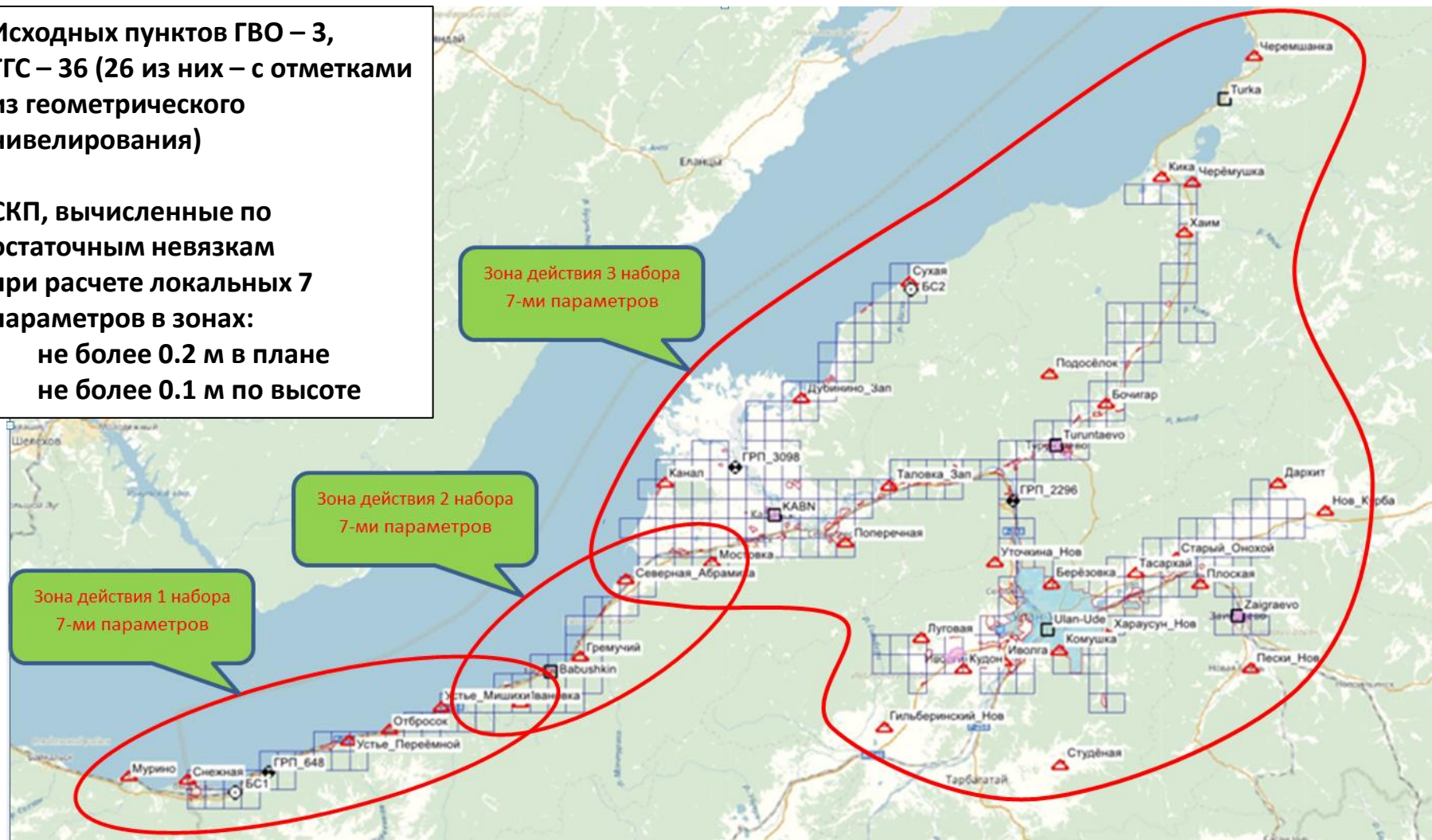
СКП, вычисленные по
остаточным невязкам
при расчете локальных 7
параметров в зонах:

- не более 0.2 м в плане
- не более 0.1 м по высоте

Зона действия 3 набора
7-ми параметров

Зона действия 2 набора
7-ми параметров

Зона действия 1 набора
7-ми параметров



Существующие проблемы при производстве геодезических и кадастровых работ на территории г.Иркутска:

1. Отсутствие однородной по точности геодезической основы города в плане и по высоте (особенно - полигонометрии, имеющей недостаточную взаимную согласованность между пунктами, из практики работ – до ± 0.5 метра).
2. Работа геодезических организаций в собственных «локализациях» - от разных пунктов городской геодезической сети, в том числе – от пунктов полигонометрии, а порой – только от одной «привязанной» базовой станции.
3. Недостаточный профессиональный уровень образования молодых специалистов, активно использующих технологии ГНСС в своей деятельности.

Как следствие этих проблем:

- нестыковки инженерно-топографических планов, выполненных разными геодезическими организациями от разных пунктов геодезической основы;
- наложение/рассогласование границ земельных участков;
- порождение ошибок в геоданных систематического характера, например, когда один поставленный на кадастровый учет земельный участок «тянет» за собой смежные участки;
- судебные и временные издержки при решении споров и исков по вопросам рассогласования планов и границ земельных участков, при постановке объектов недвижимости на кадастровый учет и т.д.

Варианты решения:

1. Выполнить реконструкцию городской геодезической сети с перенаблюдением всех пунктов триангуляции и полигонометрии – реализуемо, но очень дорого. Принципиально не решает проблему и не учитывает возможности современных спутниковых технологий.
2. Создать единое, однородное по точности геодезическое координатное пространство города с использованием технологий ГНСС, с расчетом локальных параметров преобразования координат из WGS-84 в МСК-38 и МСК г.Иркутска, а так же в Балтийскую систему высот 1977 г., при соблюдении условия - максимально сохранить в работе дежурные планы и данные кадастра объектов недвижимости.

На следующем этапе:

на основе параметров однородно-точного координатного пространства создать автоматизированную систему постоянно действующих базовых станций г.Иркутска.

Что нами сделано:

Создана геодезическая сеть специального назначения (2019 год)

В системах координат и высот:

- в WGS-84 (ITRF-2008 на эпоху 01.01.2005);
- в МСК-38, в Балтийской системе высот 1977 года;
- в МСК г.Иркутска, в Балтийской системе высот 1977 года.

Исполнители: АО «Кадастрсъемка», при участии АО «ВостСиб АГП»

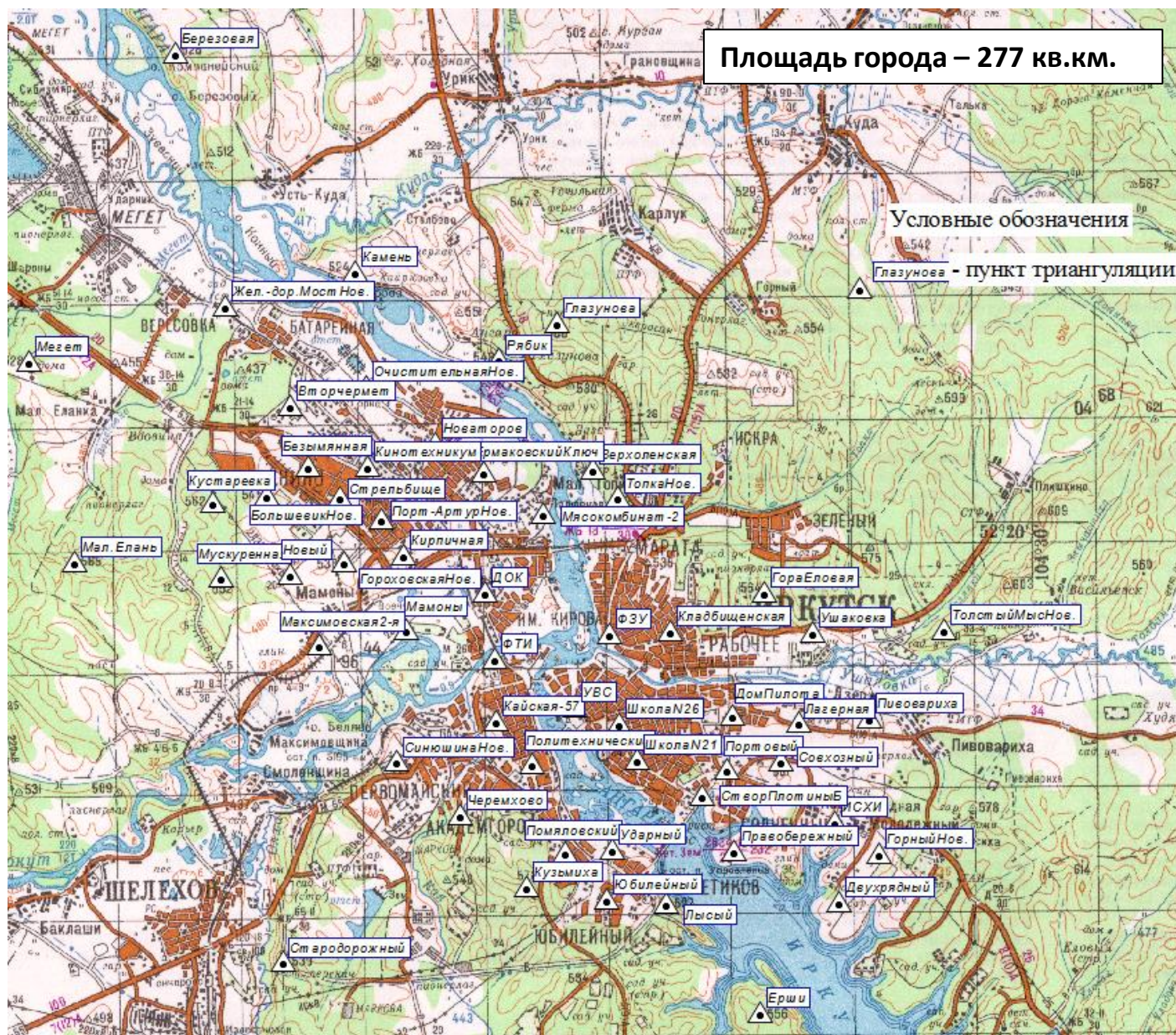
Особенности выполнения работ:

- а) необходимость сохранения городской системы координат и системы высот, в которых созданы и пополняются дежурные планы города, кадастр объектов недвижимости.
- б) отсутствие официально установленного ключа перехода к местной системе координат г.Иркутска.

Площадь города – 277 кв.км.

Условные обозначения

Глазунова - пункт триангуляции



При создании геодезической сети специального назначения выполнены

Полевые спутниковые геодезические наблюдения:

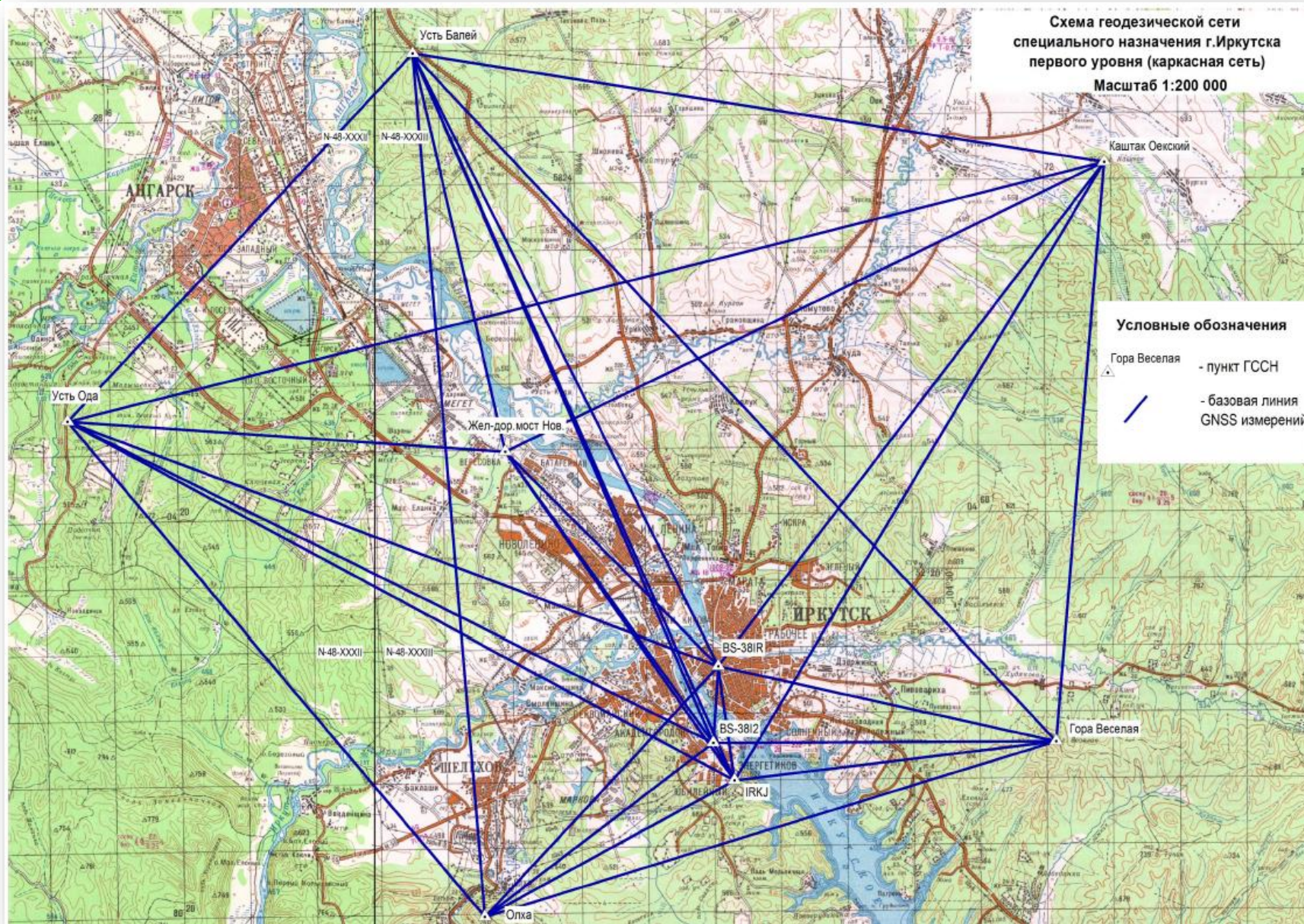
- в каркасной сети первого уровня - два сеанса, общее время синхронных наблюдений - не менее 6 часов;
- в сети второго уровня – по секциям с перекрытием не менее 3 пунктов, два сеанса, общее время синхронных наблюдений - не менее 3 часов.

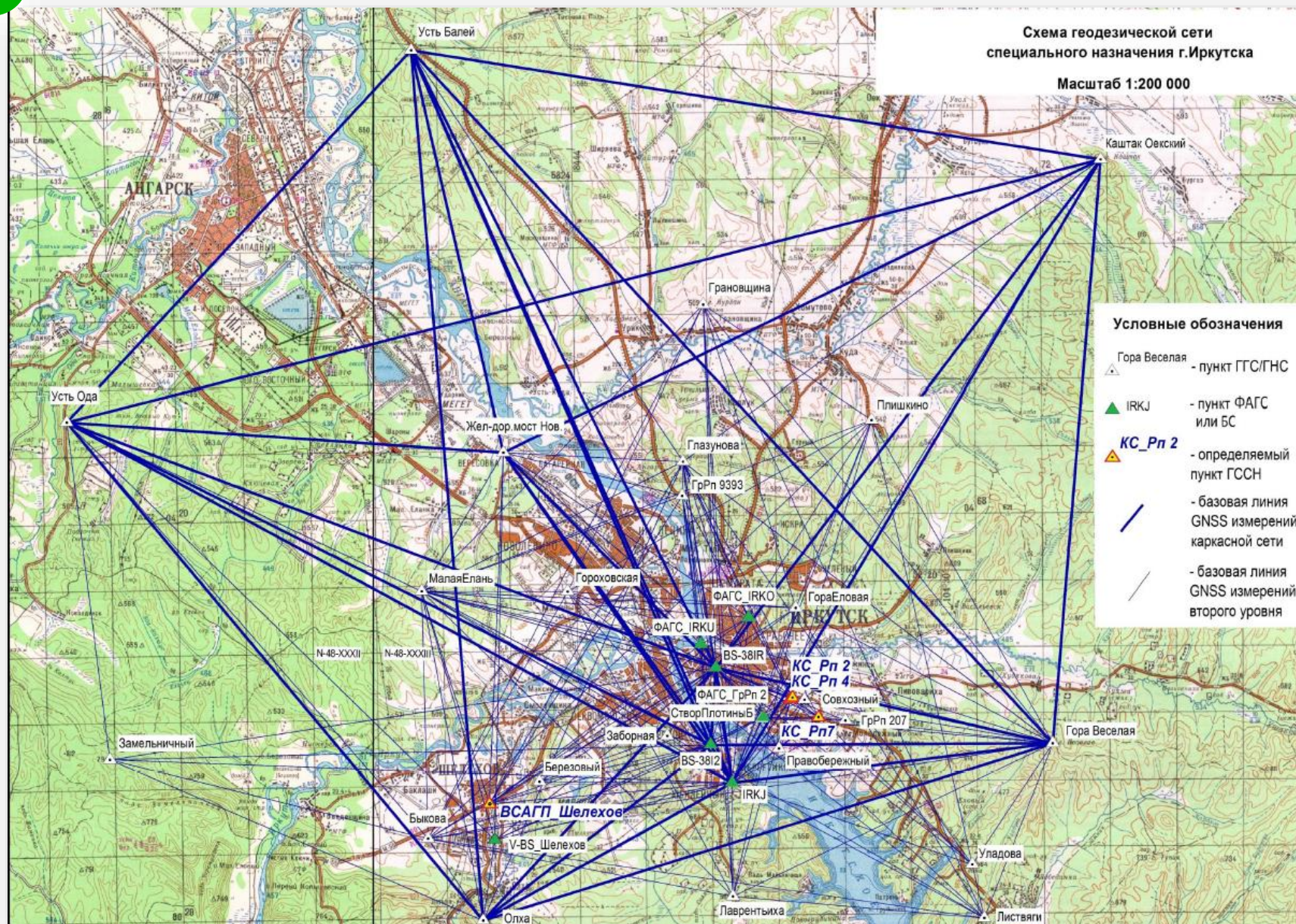
В ГССН включены пункты:

- Государственной геодезической сети 1 класса – 9 пунктов;
- Государственной геодезической сети 2 класса – 3 пункта;
- Государственной геодезической сети 3 класса – 6 пунктов;
- Государственной геодезической сети 4 класса – 4 пунктов;
- Государственной нивелирной сети I и II класса – 2 пункта;
- Международной спутниковой сети IGS – 1 пункт(IRKJ);
- Фундаментальной астрономо-геодезической сети – 3 пункта;
- Существующие базовые станции – 3 пункта;
- Определяемые пункты, которые могут быть использованы как постоянно-действующие базовые станции – 4 пункта.

Всего - 35 пунктов

Схема ГССН первого уровня (каркасная сеть, 9 пунктов)





При создании геодезической сети специального назначения выполнены

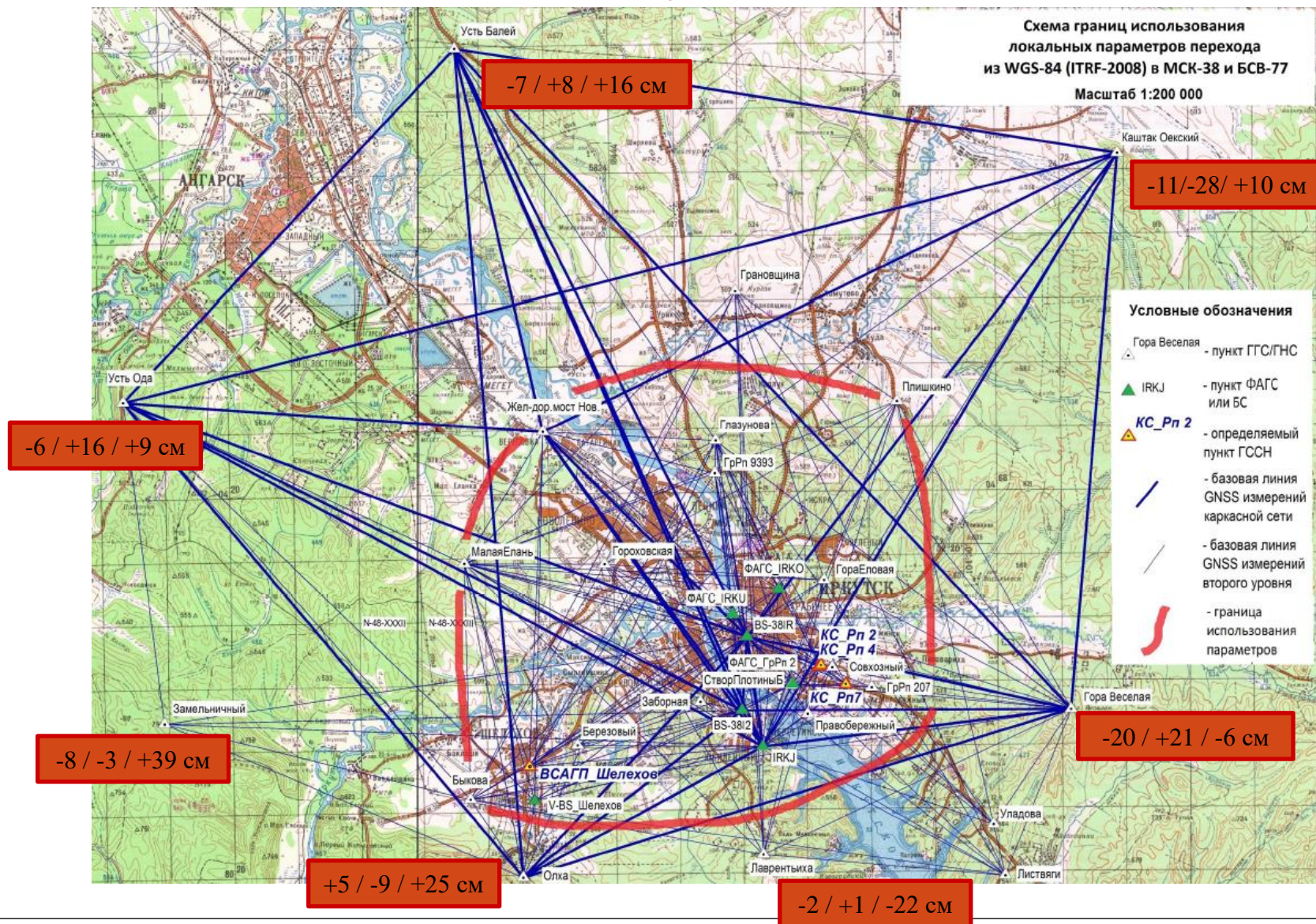
Камеральные работы:

- ✓ Обработка и уравнивание спутниковых наблюдений в WGS-84 (ITRF-2008 на эпоху 01-01-2005).
- ✓ Оценка взаимной согласованности пунктов государственной геодезической сети и высотной основы.
- ✓ Расчет локальных 7-ми параметров перехода с эллипсоида WGS-84 на эллипсоид Красовского 1940 года и к Балтийской системе высот 1977 г.
- ✓ Расчет параметров местной системы координат г.Иркутска (линейные сдвиги, масштабный коэффициент, осевой меридиан 105 градусов).

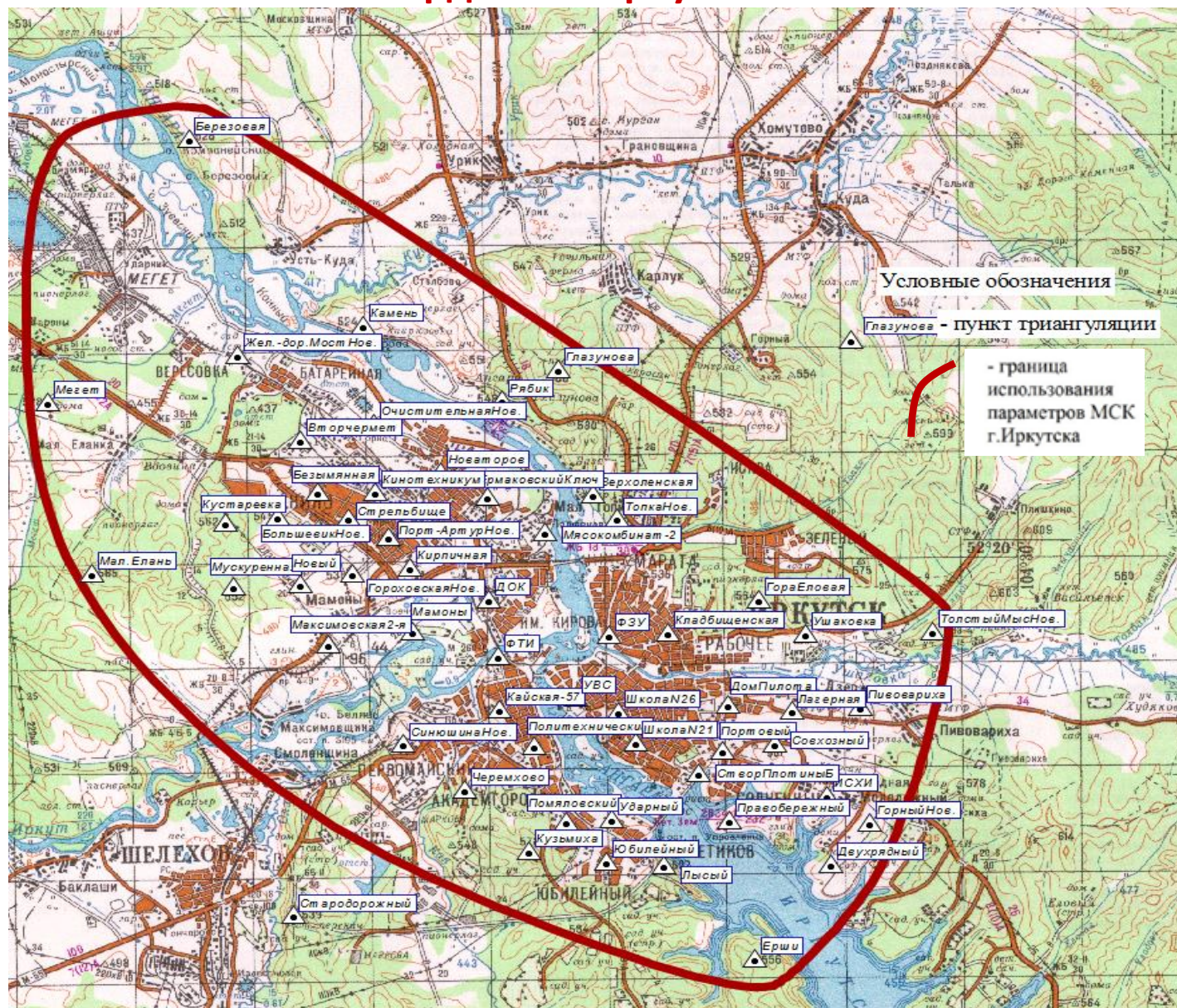
Оценка точности созданной геодезической сети специального назначения г.Иркутска

Средние квадратические погрешности	Единица измерения	Величина СКП в плане / по высоте
- определения координат и высот пунктов ГССН в WGS-84	см	$\pm 0.2 / \pm 0.8$
- взаимного определения координат и высот пунктов ГССН в WGS-84	см	$\pm 0.3 / \pm 1.1$
- вычисленные по остаточным невязкам при расчете локальных 7 параметров перехода с эллипсоида WGS-84 на эллипсоид Красовского-1940 (в проекцию МСК-38) и в Балтийскую систему высот 1977 г. (27 пунктов)	см	$\pm 5 / \pm 5$
- при расчете параметров местной системы координат г.Иркутска (57 пунктов ГГС)	см	$\pm 2 / -$

Границы использования локальных 7 параметров перехода из WGS-84 в МСК-38 и Балтийскую систему высот 1977 г. (при однородной точности ± 5 см в плане и по высоте)



Границы использования параметров местной системы координат г.Иркутска



В результате выполненных работ:

- ✓ Создана геодезическая сеть специального назначения (зарегистрирована в Федеральном фонде пространственных данных Росреестра от 22.11.2019 г.).
- ✓ Определены параметры единого, однородно-точного геодезического координатного пространства г.Иркутска, что позволяет реализовать проект создания автоматизированной системы постоянно-действующих базовых станций (как средства измерений) и решить проблему точности аэросъемочных, геодезических и кадастровых работ на территории города.
- ✓ Обеспечена, при необходимости, возможность точного пересчета цифровых картографических материалов и данных кадастрового учета в ГСК-2011.

Условные обозначения

Глазунова - пункт триангуляции

Условные обозначения

Глазунова - пункт триангуляции

Автоматизированная система постоянно-действующих базовых станций г.Иркутска позволит в режиме реального времени с точностью 5 см в плане и по высоте обеспечить:

- производство инженерно-топографических съемок в целях проектирования строительства и реконструкции объектов;
- геодезическое сопровождение строительных работ;
- выполнение исполнительных геодезических съемок строительных объектов;
- вынос проектных границ объектов недвижимости;
- определение координат границ существующих объектов недвижимости для постановки на кадастровый учет;
- точное оперативное позиционирование при экологическом мониторинге, при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

*Поздравляем наших коллег из ВСАГП с 75-
летним юбилеем!*



Контактная информация:

*664007, г. Иркутск,
ул. Софьи Перовской, 30/1
телефон: (3952) 70-71-70
факс: (3952) 29-16-99*

www: <http://kadsurvey.ru>

e-mail: : office@kadsurvey.ru

Спасибо за внимание !