

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Институт «Архитектурно-строительный»  
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент Директор ООО

«ЧелКадастр»

\_\_\_\_\_ Т.А. Анисимова \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Д.В. Ульрих \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2019 г.

Особенности применения геодезического оборудования Stonex в  
кадастровых работах

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ  
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

ЮУрГУ–21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР

Консультант

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ А.П. Ворошилов \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2019 г.

Руководитель проекта

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ А.П. Ворошилов \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2019 г.

Консультант

к.г.н., доцент

\_\_\_\_\_ С.А. Белов \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2019 г.

Автор проекта

студент группы АСИ-453

\_\_\_\_\_ А.Р. Минибаева \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2019 г.

Консультант

Кадастровый инженер

\_\_\_\_\_ М.Б. Гузко \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2019 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ А.П. Ворошилов \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2019 г.

Челябинск 2019

## АННОТАЦИЯ

Минибаева А.Р. Особенности применения геодезического оборудования Stonex в кадастровых работах – Челябинск: ЮУрГУ, АСИ – 453, 2019, 114 с., 42 рис., 21 табл., библиогр. список – 13 наим., 5 формул, 6 прилож.

Объектом исследования данной работы является геодезическое оборудование Stonex

Цель дипломной работы – исследования применения геодезического оборудования фирмы Stonex.

В дипломные работы проводится анализ применения геодезического оборудования фирмы Stonex при производстве кадастровых работ и формируется набор оборудования по ценовым и точностным характеристикам.

Структура данной работы представлена введением, четырьмя главами, заключением, библиографическим списком и приложением

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Рецензент		Анисимова Т.А.			Особенности применения геодезического оборудования Stonex в кадастровых работах	Лит.	Лист	Листов
Заф. Каф.		Ульрих Д.В.					7	114
Руководит.		Ворошилов А.П.				ЮУрГУ Кафедра ГИСиС		
Н. Контр.		Ворошилов А.П.						
Выполнил		Минибаева А.Р.						

## Оглавление

Введение.....	5
Глава 1. Анализ нормативной литературы по производству кадастровых работ .....	7
1.1. Современные требования к производству кадастровых работ.....	7
1.2. Геодезическое обеспечение кадастровых работ.....	14
Глава 2. Анализ применения современных электронных тахеометров и лазерных дальномеров в кадастровых работах.....	18
2.1. Общая информация о геодезическом оборудовании.....	18
2.2. Компания Stonex.....	21
2.3. Анализ применения электронных тахеометров фирмы Stonex в кадастровых работах.....	22
2.4. Анализ применения лазерных дальномеров фирмы stonex в кадастровых работах.....	26
Глава 3. Анализ применения современных геодезических спутниковых приемников в кадастровых работах .....	28
3.1. Общая информация о спутниковых навигационных системах .....	28
3.2. Анализ применения современных геодезических спутниковых приемников фирмы Stonex в кадастровых работах.....	33
3.2.1. Atlas. Глобальный сервис коррекций GNSS.....	41
3.3. Анализ применения современных базовых спутниковых приемников и антенн фирмы Stonex в кадастровых работах.....	43
3.4. Анализ применения современных контролеров фирмы Stonex и их замена в кадастровых работах .....	46
3.5. Программное обеспечение GNSS приемников и программы для обработки результатов на ПК фирмы Stonex .....	50

Глава 4. Анализ стоимостных характеристик геодезического оборудования	55
4.1. Геодезическое оборудование компании Sokkia, Topcon, Trimble и Leica.	56
4.2. Сравнительный анализ стоимостных характеристик геодезического оборудования фирмы Stonex и других фирм	73
4.3. Набор геодезическое оборудование фирмы Stonex для строительных работ	80
4.4. Набор геодезическое оборудование фирмы Stonex для кадастровых работ	83
Заключение	86
Библиографический список	88
Приложение А	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Приложение Б	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Приложение В	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Приложение Г	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Приложение Д	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Приложение Е	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## Введение

К настоящему времени разработаны новые типы геодезических приборов и базирующиеся на них технологии, которые сильно отличаются от традиционных. Они позволяют решать комплекс современных задач, которые раньше не могли выполняться с достигнутой сейчас скоростью и точностью.

Одной из составляющих производства кадастровых работ являются геодезические работы, которые невозможно провести без соответствующего геодезического оборудования.

Тематика данной работы является актуальной, так как:

- 1) внедрение в геодезическое производство новых приборов, в том числе Stonex, переводит кадастровые и строительный работы на автоматизированный уровень, повышает качество и производство труда;
- 2) возрастает объективность результатов геодезических определений в кадастровых системах;
- 3) увеличивается возможность исключить кадастровые ошибки такие как наложение или пересечения границ, не точное определение местоположения объекта;
- 4) вместе с тем имеющиеся значительно разное геодезическое оборудование без специального анализа и исследований его с позиции современных кадастровых работ может привести к неэффективному использованию оборудования и необъяснимому завышению стоимости геодезического обеспечения кадастровых объектов недвижимости.

Объектом исследования данной работы является геодезическое оборудование Stonex

Предмет работы – применения геодезического оборудования Stonex в кадастровых работах.

Целью работы является исследование применения геодезического оборудования фирмы Stonex в кадастровых работах.

Для это необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) Провести оценку применения электронных тахеометров, лазерных дальномеров и геодезических спутниковых приемников при производстве кадастровых и строительных работах.
- 2) Проанализировать точностные, технические, стоимостные характеристиках геодезических приборов фирмы Stonex с позиции их кадастрового применения.
- 3) Разработать рекомендации по применению геодезических приборов фирмы Stonex в кадастровой деятельности.

Исходными данными для выполнения данных задач являются:

- 1) Результаты производственной и преддипломной практик.
- 2) Нормативная литература по производству кадастровых, геодезических и строительных работах
- 3) Технические характеристики исследуемых геодезических приборов

Методы исследования:

- Анализ геодезического оборудования фирмы Stonex с позиции требований кадастровых и строительных работ.
- Сравнения приборов фирмы с другими фирмами при производстве кадастровых работ.
- Оценка точности применения данных приборов.

Результатом работы будет является сделанные выводы и рекомендации по применению геодезических приборов фирмы Stonex при производстве кадастровых и строительных работ.

## **Глава 1. Анализ нормативной литературы по производству кадастровых работ**

### **1.1. Современные требования к производству кадастровых работ**

Согласно Федеральному закону от 24 июня 2007 г. N 221 – ФЗ "О кадастровой деятельности" Статьи 1 - п. 4. Кадастровой деятельностью является выполнение работ в отношении объектов недвижимого имущества или его частей, в результате которых выполняется сбор основных характеристиках объекта недвижимости и подготавливается пакет документов для осуществления государственного кадастрового учета и получение прав на данный объект недвижимости.

Статья 1 – п 4.1. «Кадастровые работы выполняются в отношении земельных участков, зданий, сооружений, частей земельных участков, зданий, сооружений, помещений, а также иных объектов недвижимости, подлежащих в соответствии с федеральным законом кадастровому учету.»

Кадастровые работы нужны для получения достоверной и точной информации об объекте недвижимости, которая позволит провести кадастровый учет и оформить право собственности. Только после этого можно считать объект юридически существующим, которым можно будет распоряжаться по законам РФ (наследовании, дарении, приватизации, продажа)

Есть несколько типов процедур, связанных с кадастровым учетом:

1) Постановка объектов недвижимости на кадастровый учет.

Все сделки с объектом недвижимости невозможны без свидетельства государственной регистрации прав, а для получения данного документа необходимо провести кадастровые работы для постановки объекта недвижимости на кадастровый учет, после чего владелец объекта недвижимости получает право закона распоряжается своей собственностью.

## 2) Снятие с учета

Объекты недвижимости снимаю с учета, если они были снесены или разрушены стихийными бедствия или какими-либо другими событиями.

## 3) Внесение изменений

Любые изменения объектов недвижимости должны быть внесены в единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) [10]. Такие изменения как перепланировка здания, дома, квартиры, помещения, пристройка к дому, изменения границ участка и т.д.

ЕГРН (единый государственный реестр недвижимости) был введен 1 января 2017 года – это достоверный источник информации об объектах недвижимости на территории РФ, стоящих на кадастровом учете и является единственным доказательством существования зарегистрированного права. В нем содержится информация о кадастровом номере объекта недвижимости, адрес, площадь, описание местоположения границ объекта недвижимости или его частей, разрешенное использование, категория земель, информация о собственниках, сведения об обременениях, кадастровая стоимость.

Объекты недвижимости, которые необходимо ставить на кадастровый учет, можно разделить на 2 группы:

- Объекты недвижимости, которые были ранее учтены.

Объекты, которые имеют декларативную площадь, регистрационную запись о праве собственности и у которых имеется условный (кадастровый) номер.

- Создания объекта недвижимости или его образование.

Объекты, которые необходимо ставить на кадастровый учет и регистрировать право собственности.

Кадастровые работы включают в себя:

- Подготовка межевого плана (уточнения границ и площади, образование, выдел, раздел, перераспределение земельного участка)

- Подготовка технического плана (уточнение или создания здания, или помещения)
- Акт обследования (на наличие или отсутствие объекта недвижимости)

Кадастровые работы состоят из нескольких основных этапов и выполняются кадастровым инженером.

1 этап: заключения договора с заказчиком и сбор необходимой информации.

На данном этапе определяется вид, сроки и стоимость выполнения работ. Собирается первая необходимая информация для выполнения кадастровых работ.

- вид объекта недвижимости
- наличие правоустанавливающего документа на объект недвижимости (от этого зависит какой вид работы будет выполняться: учет изменения или создания объекта недвижимости)
- расположения объекта недвижимости

Заказывается выписка из каталога координат на пункты опорно-межевой сети (ОМС) и пункты государственной геодезической сети (ГГС)

2 этап: комплекс полевых работ (выполняется съемка и обмер объекта недвижимости), другими словами геодезические работы.

Определяются координаты поворотных точек и происходит обмер необходимого объекта недвижимости.

3 этап: комплекс камеральных работ

- обработка результатов съемки и обмера, полученных при полевых работах.
- сбор недостающей документации (выписки из ЕГРН, кадастровые планы территории, проекты межевания и т.д.).
- подготовка пакета документов для постановки объекта недвижимости на кадастровый учет.

В данной дипломной работе подробно будет рассматривается использование геодезического оборудования Stonex в кадастровых работах, поэтому подробно мы рассмотрим только комплекс полевых работ.

Геодезические работы – это комплекс работ, направленный на получение информации о рельефе земли (координаты и высоты), а также на получение информации об объектах недвижимости (земельных участка, зданиях, сооружениях и помещениях).

При помощи геодезических измерений можно получить следующие данные:

- координаты
- высоты
- углы
- расстояния

По приказу Минэкономразвития России от 01.03.2016 N 90 [6] координаты характерных точек объектов недвижимости определяются следующими методами:

1) геодезическим методом - основан на наземном способе определения координат таких как, трилатерация, полигонометрия, триангуляция, прямые, обратные или комбинированные засечки и иные геодезические методы;

2) методом спутниковых геодезических измерений - основан на методе, использующий для определения местоположения точек объекта системы GNSS;

3) фотограмметрический метод - основан на использовании фотопланов, полученных в результате аэрофотосъемки и данных дистанционного зондирования Земли;

4) картометрический метод - координаты определяются с помощью уже существующих картографических материалов;

5) аналитический метод - координаты определяются на основе расчетов по заданным направлениям границ земельного участка, расстояниям или другими условиями.

В практике землеустроительных и кадастровых работ координаты поворотных точек границ объектов недвижимости необходимо определять с точностью, определённой тем же приказом.

Из главы 1 пункта 5 того же приказа: «Средняя квадратическая погрешность местоположения характерной точки определяется по следующей формуле:

$$m_t = \sqrt{m_0^2 + m_i^2} \quad (1)$$

$m_t$  - средняя квадратическая погрешность местоположения характерной точки относительно ближайшего пункта государственной геодезической сети или опорной межевой сети;

$m_0^2$  - средняя квадратическая погрешность местоположения точки съёмочного обоснования относительно ближайшего пункта государственной геодезической сети или опорной межевой сети;

$m_i^2$  - средняя квадратическая погрешность местоположения характерной точки относительно точки съёмочного обоснования, с которой производилось ее определение.»

Для определения местоположения объекта или точки земной поверхности необходима государственная система координат (ГСК), которая водится для всей территории страны и является обязательной для применения во всех видах геодезических работ в том числе землеустройстве и кадастре. В настоящее время такой системой является СК – 95 и на ее основе ведены все местные системы координат (МСК). Под МСК понимается прямоугольная система координат, которая установлена на ограниченной территории, не превышающей субъект РФ.

Государственные геодезические сети (ГГС) – это единая система координат, которая передается на всю территорию страны. ГГС располагается равномерно на всей территории страны, представляет собой совокупность геодезических пунктов закрепленных на местности специальными центрами, обеспечивающие сохранность и устойчивость в плане и по высоте в течение долгого времени.

Также создаются геодезические сети специального назначения, которые необходимые, когда дальнейшее существование ГГС экономически нецелесообразно, а также в случаях повышенной точности сетей. К сетям специального назначения относятся опорные межевые сети (ОМС), геодезический сети сгущения и маркшергирские геодезические сети.

В кадастровых работах используются опорные межевые сети поэтому рассмотрим их подробно.

Согласно утверждённому приказу Росземкадастра №П/261 от 15 апреля 2002 года [7]:

«Опорная межевая сеть (ОМС) является геодезической сетью специального назначения, создаваемой для координатного обеспечения государственного земельного кадастра, мониторинга земель, землеустройства и других мероприятий по управлению земельным фондом России.

Опорная межевая сеть подразделяется на два класса, которые обозначаются ОМС 1 и ОМС2, точность построения которых характеризуется средними квадратическими ошибками взаимного положения смежных пунктов соответственно не более 0,05 и 0,10 метра.

ОМС1 – как правило, в городах для решения задач по установлению (восстановлению) границ городской территории, а также границ земельных участков как объектов недвижимости, находящихся в собственности (пользовании) граждан или юридических лиц;

ОМС2 - черте других поселений для решения вышеуказанных задач, на землях сельскохозяйственного назначения и других задач для геодезического

обеспечения межевания земельных участков, мониторинга и инвентаризации земель, создания базовых межевых карт (планов) и др.

Каталоги координат пунктов ОМС составляются в местной системе координат в границах кадастрового округа Российской Федерации.

Плоские прямоугольные координаты и высоты пунктов ОМС округляются до 0,01 метра пунктов ОМС.»

Значения точности определения координат характерных точек границ земельных участков взяты из Приказа Минэкономразвития N 90 [6].

Таблица 1.1. - Значения точности определения координат характерных точек границ земельных участков.

№ п/п	Категория земель и разрешенное использование земельных участков	Средняя квадратическая погрешность местоположения характерных точек, не более, метра ( $m_t$ )
1	Земельные участки, отнесенные к землям населенных пунктов	0,10
2	Земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения и предоставленные для ведения личного подсобного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства	0,20
3	Земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения, за исключением земельных участков, указанных в пункте 2	2,50
4	Земельные участки, отнесенные к землям промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, землям обеспечения космической деятельности, землям обороны, безопасности и землям иного специального назначения	0,50
5	Земельные участки, отнесенные к землям особо охраняемых территорий и объектов	2,50
6	Земельные участки, отнесенные к землям лесного фонда, землям водного фонда и землям запаса	5,00
7	Земельные участки, не указанные в пунктах 1-6	2,50

## 1.2. Геодезическое обеспечение кадастровых работ

Для определения координат характерных точек объектов недвижимости геодезическое оборудование используется только в первых двух методах в геодезическом и спутниковом методе измерения. Поэтому именно эти методы мы рассмотрим более подробно.

- 1) Геодезический метод измерения основан на наземном способе измерения, без использования космического сегмента.

Одно единственное преимущество данного метода по сравнению с методом спутникового измерения является, достаточная точность измерения, которую не всегда обеспечивают геодезические спутники.

Полученные результаты измерения такие как: координат, углы, высоты расстояния получены геодезическим оборудованием, как теодолиты, тахеометры, нивелиры, лазерные дальномеры.

Все это высокоточные приборы, которыми можно получить высокую точность измерения.

Данный метод чаще всего используется в строительстве зданий, дорог, инженерных сооружений, так как там требуется самая высокая точность измерения, которая обеспечивается только такими приборами.

Также чаще всего в данных видах работ измерения проводятся в плане и по высоте в отличие от кадастровых, где в основном измерения производят только в плане.

В кадастровых работах редко используются геодезический метод измерения так как, в кадастре не требуется точность до 0.5 – 10 мм, и он довольно трудозатратен, в отличие от спутникового метода, где можно довольно быстро получить координаты, но они будут менее точными.

В строительстве для каждого вида работ требуется своя точность, поэтому там можно использовать как геодезический метод измерения, так и спутниковый.

В СП 126.13330.2012 Геодезические работы в строительстве [8] п. 5.5 и п 5.12 регламентируется точность строительных работ и представлены в приложении А и Б.

2) методом спутниковых геодезических измерений - использует метод, который определяет местоположения точек с помощью системы GNSS.

Именно данный метод используется в кадастровых работах, так как имеет ряд преимуществ в данной сфере в отличие от геодезических измерений.

Спутниковая геодезия – это раздел геодезии, определяющие местоположения объекта на основе данных искусственных спутников Земли.

Основные достоинства спутниковых измерений является достаточная точность в кадастровых и в некоторых строительных работах, всепогодность, оперативность, а также здесь не требуется видимость между базовым и определяемым пунктом.

Один из недостатков спутниковых измерений можно отметить возникновение ошибки, называемой «многолучевостью», которая вызвана неоднократными переотражениями сигналов со спутника от находящихся вокруг предметов и отражающих поверхностей до того, как он попадает в антенну приемника.

Ещё один из недостатков может стать, ухудшающих результаты спутниковых измерений, помехи от рядом находящихся мощных источников радиоизлучений: локаторов, радио- и телепередающих станций и т. д.

В настоящее время спутниковое геодезическое измерение применяется для решения многих геодезических задач, одно из которых является спутниковое определения координат при создании геодезических сетей.

Глобальные навигационной спутниковые системы включают несколько основных систем, такие как: ГЛОНАСС, GPS, GALILEO – является русской навигационной спутниковые системой.

При спутниковых измерениях задействовано 3 сегмента:

1. Космический Сегмент – орбитальная группировка навигационных спутников.

Например, система ГЛОНАСС состоит из 24 спутников, летающих на трех орбитах по 8 спутников на высоте 19 100 км, период обращения составляет 11 часов 15 минут 44 секунды.

Рисунок 1.1. - Орбитальная группировка навигационных спутников.

2. Сегмент Управления – наземный комплекс управления и контроля, располагающийся на экваторе Земли, и который необходим для управления спутниками.

Данный сегмент состоит из 1-ой главной станции управления, 4-х наземных антенн и 5-ти контрольных станций, которые распределены на экваторе. Сегмент Управления рассчитывает поправки в параметры орбит и в положении спутников на орбите, поправки бортовой шкалы времени, уточняются характеристики модели тропосферы и ионосферы.

Рисунок 1.2. – Наземный комплекс управления и контроля GPS.

3. Сегмент Потребителя – Любой человек пользующийся сигналом GPS.

Данный сегмент включает пользователя, который использует спутниковый приёмник для приёма GPS сигнала для определения местоположения.

Для определения местоположения нужно по крайней мере, четыре спутника, а лучше всего от 6 спутников.

Режимы и методы спутниковых геодезических измерений:

Для спутниковых измерений применяются следующие методы:

- статический (Static);

В котором существует два режима измерений:

– Режим «Статика»

Применяется в основном при определении, требующих высокой точности, в построении опорных геодезических и межевых сетей. Измерения

выполняются на 2-х или нескольких пунктах одновременно неподвижными спутниковыми приёмниками. Один из которых является базовым. Местоположение остальных спутниковых приемников определяется относительно базового. Измерения в данном режиме выполняется на больших расстояниях между пунктами (свыше 15-ти километров). Время наблюдения за спутниками зависит от расстояния между наблюдаемыми пунктами, требуемой точности и числа спутников. Обычно время наблюдения составляет не менее 1-го часа (1-3 часа).

– Режим «Быстрая статика»

Применяется при коротких базовых линиях, а также при некотором снижении требований к точности координат. Уменьшает продолжительность измерений до 5-20 минут.

- Кинематический

В данном методе необходимо, что бы приёмники на передвижной и базовой станции не прерывали контакт со спутниками на орбите Земли в течении всего времени измерения.

– Режим "Стой–иди"

В данном режиме передвижную станцию перемещают с пункта на пункт, делая измерения в течении 5-30 с. И для повышенной точности измерения выполняются несколько раз.

– Режим RTK (реального времени)

Режим RTK по технологии выполнения схож с режимом «Стой-иди», но отличается по технологии обработки. В RTK режиме передача поправок измерения псевдодальностей (D) происходит от референцного (базового) приемника к роверу через устройство связи (радиомодем). Результаты выдаются сразу же после выполнения измерений.

Точность характеристик спутниковых технологий взяты из автореферата диссертации Монаховой М. А. [5].

Таблица 1.2. - Точностные характеристики спутниковых технологий.

Методы наблюдений	Технология автономных базовых станциях	Технология сети референциальных станций
<b>Статика (постобработка)</b> Предельная длина базовой линии Время измерений Ср. кв. ошибки определения координат	40 км 60 мин. 1-2 см	150 км 30 мин. 1-2 см
<b>Быстрая статика (постобработка)</b> Предельная длина базовой линии Время измерений Ср. кв. ошибки определения координат	15 км 15 мин. 3-5 см	60 км 15 мин. 2-3 см
<b>Кинематика «Стой иди» (постобработка)</b> Предельная длина базовой линии Время измерений (кинематика с остановкой / кинематика «на лету») Ср. кв. ошибки определения координат (кинематика с остановкой / кинематика «на лету»)	15 км 3 мин. / 1 сек. 3-5 см / 5-7 см	40 км 3 мин. / 1 сек. 2-3 см / 3-5 см
<b>Режим реального времени</b> Режим вычисления координат Предельная длина базовой линии Время измерений Ср. кв. ошибки определения координат	реальное время 15 км 1 мин. 2-3 см	реальное время 30-40 км 1 мин. 2-3 см

## Глава 2. Анализ применения современных электронных тахеометров и лазерных дальномеров в кадастровых работах

### 2.1. Общая информация о геодезическом оборудовании

Развитие технологий в современном мире затрагивает все сферы жизни в том числе и геодезическое оборудование. Современные приборы, которые пришли на место традиционным позволяют решать задачи, которые ранее не могли выполняться с высокой точностью и скоростью. В основу их работы заложены ранее используемы принципы измерения, которые с годами совершенствуются, делая измерения более простым и автоматизированными.

Геодезическое оборудование подразделяется на несколько видов оборудования:

- Теодолиты

- Нивелиры
- Тахеометры
- Лазерные дальномеры
- Геодезические спутниковые приемники (GNSS приемники)
- Лазерные сканеры

Каждый вид прибора выполняет определённые функции (замер углов, расстояний, высот и определения координат), а некоторые из них и выполняют замеры одновременно нескольких параметров.

#### 1) Теодолит

Прибор для измерения вертикальных и горизонтальных углов в геодезических работах. Углы измеряются в градусах и минутах.

Существуют электронные теодолиты, позволяющие во время съёмки получать результаты измерения на цифровом табло. Сокращает время измерения и ошибки при ручном снятии измеренных углов.

## Рисунок 2.1. – Электронный теодолит фирмы Stonex

### 2) Нивелиры

Прибор для определения разности высот между двумя точками земной поверхности. Измерения проводятся с помощью нивелирной рейки – проградуирована линейка.

Также, как и с теодолитом существуют электронные нивелиры, отличаются они от обычных тем, что в них встроено электронное устройство, которое снимает отсчет по специальной рейке с очень высокой точностью. Применение электронного нивелира сокращает время измерения и исключает ошибки человеческой невнимательности.

## Рисунок 2.2. – Электронный нивелир фирмы Stonex

### 3) Лазерные сканеры

Прибор включающий в себя съемочную систему которая с высокой скоростью (от нескольких тысяч до миллиона точек в секунду) измеряет расстояние от сканера до поверхности измеряемого объекта и регистрирующая соответствующие направления (горизонтальные и вертикальные углы) с последующим формированием 3-х мерного изображения (скана). В итоге лазерный сканер выдает массив точек, которые имеют три пространственные координаты X, Y и Z.

## Рисунок 2.3. – Лазерный сканер фирмы Stonex

В кадастровых работах применяются не все виды приборов, так как в данных видах работ необходимы измерения лишь местоположения объектов (т.е. их координаты) и расстояния. Поэтому мы будем более подробно

рассматривать лишь 3 вида геодезического оборудования: электронные тахеометры, лазерные дальнометры и геодезические спутниковые приемники.

В данной главе мы подробно рассмотрим 2 вида приборов электрические тахеометры и лазерные дальнометры, так как GNSS приемники являются приборами, которые измеряют методом спутниковых измерений, то их мы рассмотрим в отдельной главе.

Данные геодезические приборы мы рассмотрим на примере фирмы Stonex.

## 2.2. Компания Stonex

Компания Stonex (полное название «Stonex Europe Srl.») была основана в 2009 году. Ее владелец и генеральный директор - Давиде Эрба. Штаб-квартира компании находится в Италии в городе Милан.

Рисунок 2.4. – Штаб-квартира в г. Милан фирмы Stonex

Разработка и выпуск нового оборудования ведется на предприятиях Китая, Польши, Южной Африки, США, странах Европы и Азии.

Компания выпускает полный спектр высококачественного геодезического оборудования:

- тахеометры;
- теодолиты;
- GPS/GNSS-приемники;
- лазерные сканирующие системы;
- нивелиры;
- лазерные дальнометры;
- контроллеры.

Отдельное внимание уделяется разработке гидрографического оборудования. Помимо этих категорий Stonex занимается выпуском элементов питания и кабелей к геодезическим приборам и сетей референсных

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		28

станций. Разрабатывает компания и программное обеспечение. К примеру, ПО Stonex SurvCE GNSS Only для всех драйверов и ПО RSNET (base, server, network).

На сегодняшний день представительства компании есть более чем в 80 странах мира, включая Россию.

### **2.3. Анализ применения электронных тахеометров фирмы Stonex в кадастровых работах**

Тахеометр – прибор, который измеряет горизонтальные и вертикальные углы, превышения и расстояния, также определяет координаты на местности. Несмотря на довольно небольшой размер, он является инструментом, который объединяет в себе функции теодолита и дальномера. Наличие внутри тахеометра процесса с мощным программным обеспечением позволяет производить необходимые расчеты и измерения быстро и с минимальной погрешностью, а также обрабатывать и запоминать большой объем информации.

В настоящее время, растущая потребность в геодезических приборах, развитие электроники, компьютерных технологий, лазерной техники, позволяет производить не только новые модели известных приборов, а также разрабатывать новые технологии и геодезическое оборудование. Продолжают улучшаться электронные тахеометры. За последние годы (10 – 15 лет) из прибора, соединяющие в себе дальномер и теодолит, он превратился в прибор для использования в кадастровой съемке, топографической съемке и геодезическом сопровождении строительства.

И это все благодаря объединению в электронном тахеометре функций электронного теодолита, лазерного дальномера и персонального компьютера. На сегодняшний день электронный тахеометр используется для реконструкции, инженерных изысканиях, в строительстве, наблюдениях за деформациями, землеустроительных и кадастровых работах для решения широкого круга прикладных задач.

В фирме Stonex на сегодняшний день существует 7 моделей электронных тахеометров.

Таблица 2.1. – Характеристики электронных тахеометров фирмы Stonex.

Название Тахеометра	Точ. изм угл тах	Дал. изм рас. на призму/ наотр.пленку/ безотраж режим	Темп. режим/ темп.хранен ия/защита	Время работ ы	Особенности	Цена
<b>1. R1 Plus</b>	2"	до 5 000 м ± 2 мм/ до 800 м ± 3 мм/ до 600 м ± 3 мм	-20°C - 50°C -40°C - 70°C IP66	36 часов	Нет ограничений для измерений расстояний, до 5 000 м с одной призмой	Около 190 тыс.
<b>2. R15</b>	2"	до 5 000 м ± 2 мм/ до 800 м ± 3 мм/ до 600 м ± 3 мм	-20°C - 50°C -40°C - 70°C IP55	24 часов	Нет ограничений для измерений расстояний, до 5 000 м с одной призмой	Менее 190 тыс.
<b>3. R2 Plus</b>	2"	до 3 000 м ± 2 мм/ до 800 м ± 3 мм/ до 600 м ± 3 мм	-20°C - 50°C -40°C - 70°C IP55	36 часов	Оснащен бесконечными винтами непрерывного гориз. и вертик. вращения и имеется кнопка триггера	Около 390 тыс.

Продолжение Таблице 2.1.

<b>4. R25</b>	2"	до 5 000 м ± 2 мм/ до 800 м ± 3 мм/ до 600 м ± 3 мм	-20°C - 50°C -40°C - 70°C IP55	13 часов	лазерные технологии (3 класс лазера)	Около 370 тыс.
<b>5. R2W</b>	1"	до 6 000 м ± 2.5 мм/ до 1 200 м ± 2 мм/ до 1 000 м ± 2 мм	-20°C - 50°C -40°C - 70°C IP55	12 часов	точный тахеометр, в семействе Stonex Total Stations.	Около 450 тыс.
<b>6. R35/R35LR</b>	2"	до 5 000 м ± 2 мм/ до 800 м ± 3 мм/ до 600 м ± 3 мм	-20°C - 50°C -40°C - 70°C IP55	9 часо в	разрешение экрана составляет 320x240 и это дает четкую, яркую и графическую среду, точки отображаются на графической карте	Около 580 тыс.
<b>7. Stonex R6</b>	2"	до 5 400 м ± 2 мм/ до 250 м ± 3 мм/ до 600 м ± 3 мм	-20°C - 50°C -40°C - 70°C IP54	36 часов	-	Около 700 тыс.

В кадастровых работах электронные тахеометры используются реже, чем спутниковые приемники, так как ими измерения выполнять гораздо дольше. Но при этом они имеют некоторое преимущество от спутникового приемника.

Во – первых, электронным тахеометром можно проводить измерения не только на улице, но и внутри помещения, GNSS приемником невозможно проводить измерения внутри помещения, так как ему обязательно открытое небо для связи со спутником летающим вокруг Земли.

Во – вторых, в электронном тахеометре присутствует лазерных дальномер, и не придется тратить дополнительные деньги на его покупку, так как это необходимый прибор для кадастровых работ, и без него некоторые работы провести невозможно.

Теперь рассмотрим основные минусы электронного тахеометра от геодезического спутникового приемника:

- 1) Нужно при измерениях иметь видимость минимум на 2 пункта и станцию с известными координатами.
- 2) Измерения занимают больше времени в отличие от спутникового метода в режиме RTK.
- 3) Прибор дольше устанавливается и центрируется на станции;
- 4) Дольше наводить на нужную точку.
- 5) При измерениях необходимо 2 человека.
- 6) Сложнее в работе.

Но при этом в строительстве тахеометр — необходимый прибор, так как точность, которую выдает тахеометр, ни выдает не один геодезический прибор, включая GNSS приемники. И именно в строительстве нужны высокоточные измерения, так как точность измерения там должна составлять до 1 мм. [4] И измерения на стройплощадке проводятся не редко под крышей, а GNSS спутником можно проводить съемку только под открытым небом.

Делая из всего выше сказанного вывод, что электронный тахеометр универсальный прибор (т.е. он совмещает в себе нивелир, теодолит, спутниковый приемник и лазерный дальномер), который подходит абсолютно ко всем видам геодезических работ. Его можно использовать как в строительстве, так и в кадастре. Так как он совмещает себе все функции измерения: расстояния, углы, высоты и координаты. Но при этом выбор зависит, не только от точности и универсальности прибора, но и от удобства его использования и времени потраченного на получения результата работ.

Представленные выше тахеометры имеют очень высокий уровень выдаваемой точности при измерениях, любой из них может подойти в кадастровых работах так как там достаточно точности в пределах 2-3 см.

Я бы рекомендовала 1 и 2 вариант для кадастровых работ, так как они могут обеспечить необходимую точность и стоят довольно недорого в отличие от остальных вариантов.

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		32

## 2.4. Анализ применения лазерных дальномеров фирмы stonex в кадастровых работах

Лазерный дальномер – это геодезический прибор, который измеряет расстояния с помощью лазерного луча.

### Рисунок 2.5. - Принцип работы лазерного дальномера

Описать как работает данный прибор достаточно легко – измеряется время, которое потребуется для лазерного луча, чтобы пройти расстояние от прибора до измеряемого объекта.

Лазерный дальномер отличается от простой рулетки тем, что:

- 1) позволяет делать измерения в пределах сотни метров, с высокой точностью даже в труднодоступных местах;
- 2) измерения можно сделать за считанные секунды
- 3) кроме того, при измерении обычной рулеткой иногда нужны 2 человека, что с лазерным дальномером никогда не случится.

Также большинство лазерных дальномеров имеют множество дополнительных функций такие как: запоминания результатов измерения в память прибора, выполнения различных вычислений таких как, расчет площади, периметров и объемов, и измерения углов.

В кадастровых работах таких как техническая инвентаризация (определения местоположения, площади и размеров, фактическое использование и состояние объекта капитального строительства) лазерный дальномер незаменимая вещь.

Именно лазерным дальномером определяются расстояния, размеры и вычисляется площадь необходимы объектов недвижимости (помещения, здания, сооружений). Данный прибор обеспечивает необходимую точность и удобства измерения.

У фирмы Stonex имеется 3 (три) лазерных дальномера.

Таблица 2.2. – Характеристики лазерных дальномеров фирмы stonex.

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		33

Название лазерного дальномера	Измеряемое расстояние	Точность	Защита	Особенность	Цена
<b>М2</b>	0.05м – 40м	±3мм	IP54	Делает измерения расстояний до объектов, вычисляет объем и площадь помещений и стен, складывает и вычисляет полученные значения. Определяет высоту недоступный объектов.	Около 10 тыс.
<b>М4</b>	0.05м – 100м	±1.5мм	IP54	-	-
<b>М6</b>	0.05м – 100м	±1.5мм	IP65	Измерение под углами	-

Лазерный дальномер можно заменить электронным тахеометром, имеющим в своем составе лазерный дальномер, но у данного вида прибора имеются ряд преимуществ:

- он компактен (имеет маленький размер и его легко носить в кармане, также мало весит)
- измерения проводятся быстрее и проще
- не требует сложной установке на местности
- маленькая стоимость

Я бы рекомендовала использовать в кадастровых работах вариант номер 2 и 3, так как они имеют наибольшую точность измерения. Но к варианту номер три я склоняюсь больше, так как в отличие от варианта номер 2, он имеет возможно измерения под различными углами.

Также вариант номер 2 и 3 оснащены универсальным откидным наконечником, который позволяет проводить измерения в любых возможных условиях, даже с краев или углов.

### **Глава 3. Анализ применения современных геодезических спутниковых приемников в кадастровых работах**

#### **3.1. Общая информация о спутниковых навигационных системах**

Спутниковые навигационные системы (СНС) - система, предназначенная с целью установления местоположения (определения координат) водных, наземных и воздушных объектов. СНС около 20 лет применяется в геодезическом обеспечении кадастровых работ для определения координат пунктов ОГС и ОМС. На настоящее время СНС включает существующие и создающиеся системы: ГЛОНАСС, GPS, GALILEO и т.д., при этом только две из них обеспечивают полное и бесперебойное покрытие Земли (GPS и ГЛОНАСС)

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		35

Навигационные спутники, непрерывно передают потребителям от всех НС радионавигационные сообщения, которое содержит оперативные цифровые данные и несёт фазовую и кодовую информацию. Совокупность всех сигналов, излучаемых спутниковыми системами, образуют в околоземном пространстве радионавигационного поля в котором работают принимающая аппаратура.

Спутниковые геодезические приемники могут работать в одной системы или в нескольких (GPS, ГЛОНАСС, GALILEO). Измерения GPS спутниками производятся на одной или нескольких частоте (L1, L2, и L5) определения выполняются по кодовой или фазовой информации полученного сигнала.

- L1 передаётся в диапазоне 1575.42 МГц
- L2 передаётся в диапазоне 1227.60 МГц
- L2 передаётся в диапазоне 1176.45 МГц

P-code – радионавигационная система является защищенным кодом, доступ к нему гражданских пользователей ограничен. Он обеспечивает метровую точность при определении координат, а при дифференциальных методах измерений – дециметровую.

S/a code – открыт для всех гражданских пользователей, но обеспечивать меньшую точность. Раньше он передавался только на L1, сейчас веден на других частотах. Его точность составляет сотни метров (селективный доступ, который снят).

Кодовый способ не обеспечивает высокую точность, поэтому геодезические приемники работают в основном по фазе несущих частот.

Наиболее точно производят измерения геодезические спутники, имеющие 2-е частоты и работающие одновременно и по кодам, и по фазам.

Существует несколько ошибок, которые снижают точность вычисления местоположения объекта, рассмотрим самые основные.

Средние квадратические погрешности  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ , спутниковых определения координат (X, Y, Z) пункта оценивается в геодезии при уравнивание пространственной трилатерации на основе соотношения:

$$M^2 = \begin{pmatrix} M_x^2 \\ M_y^2 \\ M_z^2 \end{pmatrix} = \mu^2 \begin{bmatrix} Q_{xx} & K_{yx} & K_{zx} \\ K_{xy} & Q_{yy} & K_{zy} \\ K_{zx} & K_{yz} & Q_{zz} \end{bmatrix} = \mu^2 Q \quad (2)$$

$\mu$  – СКП единицы веса;

$Q_{xx}$ ,  $Q_{yy}$ ,  $Q_{zz}$  – обратно весовые коэффициенты определяемых координат X, Y, Z соответственно;

$K_{ij}$  – ковариационные моменты, характеризующие зависимость координат попарно.

СКП единица веса  $\mu$  в выражении обуславливается в основном погрешностями измерений псевдодальностей D.

$Q_{xx}$ ,  $Q_{yy}$ ,  $Q_{zz}$  – отражает влияние геометрии построения и распределения весов измеренных величин на точность определения координат X, Y, Z.

– Геометрическое снижение точности (DOP)

PDOP – геометрический фактор снижения точности при определении местоположения в пространстве:

$$PDOP = \sqrt{Q_{xx} + Q_{yy} + Q_{zz}} \quad (3)$$

HDOP – его горизонтальная составляющая:

$$HDOP = \sqrt{Q_{xx} + Q_{yy}} \quad (4)$$

VDOP – вертикальная составляющая.

Оценки точности значения СКП единицы веса  $\mu$  вызваны погрешностями  $m_D$  измерений псевдодальностей D. В свою очередь величина  $m_D$  спутниковых определений образовано совокупностью следующих погрешностей:

$$m_D = m_{\text{Э}}^2 + m_{\text{ВС}}^2 + m_{\text{ТР}}^2 + m_{\text{ИОН}}^2 + m_{\text{МН}}^2 + m_{\text{АН}}^2 + m_{\text{Ц}}^2 \quad (5)$$

$m_{\text{Э}}^2$  – СКП эфемерид (астрономические данные об орбите и положении на ней спутника в заданный момент времени);

$m_{\text{ВС}}^2$  – СКП синхронизации частотно-временной шкалы;

$m_{\text{тр}}^2, m_{\text{ион}}^2$  – СКП учета задержки распространения радиоволн в тропосфере и иносфере

$m_{\text{МН}}^2$  – составляющая, вызванная влиянием «многолучевости» принятого приемника сигнала;

$m_{\text{АН}}^2$  – составляющая, вызванная смещением фазового центра антенны приемника;

$m_{\text{Ц}}^2$  – СКП центрирования приемника над точкой Р.

Рисунок 3.1 – Совокупностью погрешностей вычисления местоположения.

– Ионосферные и тропосферные задержки

Сигнал спутника проходящий через ионосферу может быть замедлен (из-за низко расположенных спутников – увеличение расстояния прохождения сигнала, воздействия на сигнал водяного пара и солнечной активности). Эти задержки приводят к ошибке при вычислении дальности, так как воздействуют на скорость сигнала.

– Ошибки часов спутника и приёмника

Учитывая, что часы спутника точные, ошибка может составлять около 3 наносекунд, так как они могут уходить слегка вперед и назад, что вызывает ошибки при вычислении координат

– Многолучевость

Данный вид ошибки возникает, когда геодезический приемник устанавливается рядом с большими отражающимися поверхностями (типа озера и стеклянных зданий). Сигнал от спутника не попадает на антенну по прямой, а отражается на ближайший объект, а потом попадает на антенну отраженным сигналом.

Рисунок 3.2 – Влияние многолучевости.

Каждый приемник может проводить измерения независимо от других приемников или синхронно с другими приемниками.

Поэтому существует два метода измерения:

- Абсолютный метод – когда измерения проводятся одним приемником независимо от других

Точность измерения при данном методе достигает 1.5- 15 м. Данный метод не применяется в геодезических и кадастровых работах, так как не обеспечивает необходимую точность.

Рисунок 3.3 – Абсолютный метод измерения.

- Относительный метод – когда измерения проводятся приемником синхронно с другими приемниками.

Имеет более высокую точность измерения до 5 мм. При таком методе наблюдений один из приемников располагается в пункте с известного координатора.

Рисунок 3.4 – Относительный метод измерения.

Референц – станция (база) – приемник, который установлен на пункте с известными координатами. Так, как данный приемник находится на пункте с известными координатами, то он может точно оценить дальности до различных спутников, поэтому он определяет разность между вычисленными и измеренными дальностями и эти разности называются поправками.

Ровер – приемник с помощью которого определяется местоположения объекта, и именно он принимает поправки от базы.

Геодезические спутниковые приемники имеют ряд преимуществ по отношению к электронным тахеометрам в кадастровых работах:

1) Не требуется обеспечивать взаимную видимость между пунктами для определения координат на местности.

2) Спутниковые измерения выполняются в любую погоду и в любое время суток.

3) Измерения осуществляются в течении нескольких минут, что существенно упрощает производство полевых работ.

4) Автоматизация измерений с помощью спутникового приемника повышает производительность труда и минимизирует ошибки

5) Измерения можно осуществлять в движении.

6) Точность измерения увеличивается благодаря снижению влияния атмосферы.

Поэтому именно этот метод измерения с применением спутниковых приемников чаще всего применяется в кадастровых работах, так как имеет ряд преимуществ.

### **3.2. Анализ применения современных геодезических спутниковых приемников фирмы Stonex в кадастровых работах**

Геодезические спутниковые приемники появились относительно недавно, где-то около 10 лет назад, но довольно быстро заняли свою нишу и с каждым годом данные геодезические приборы совершенствуются и в плане точности, и в плане быстроты измерения и оттесняют электронные тахеометры.

Поэтому именно данный вид прибора мы рассмотрим более подробно в применении кадастровых работ на примере фирме Stonex.

Я нашла данные на 17 геодезические спутниковых приемников фирмы Stonex и это вполне достаточно, чтобы сделать сравнительный анализ по основным характеристикам и ценам.

Таблица 3.1. – Характеристики GNSS приемников фирмы Stonex

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		41

GNSS приемник	Чис. кан.	Точность статики, быстрой статики	Точность кинематики RTK	Темп.режим/темп.хранения/защита	Вр. раб.	Особ.	Цена
1. S10A GNSS	394	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКП По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКП	В плане: ±0.8 см + 0.8 мм/км СКП По высоте: ±1,5 см + 1 мм/км СКП Время инициализации менее: 60 с.	-40°С до +65°С -45°С до +85°С IP67	12 ч в режиме статика 4 ч в режиме RTK	Не требует сеть RTK базовых станций, высокая точность с подавлением многолучевости	389 - 767 тыс руб
2. S10 GNSS	220	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКП По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКП	В плане: ±0.8 см + 0.8 мм/км СКП По высоте: ±1,5 см + 1 мм/км СКП Вр инициал менее: 60 с.	-40°С до +65°С -45°С до 85°С IP67	12 часов в режиме статика 4 часов в режиме RTK	Автоматическая компенсация угла наклона и электронный уровень, подавление м многолуч	349 - 708 тыс руб
3. S10 N	220	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКП По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКП	В плане: ±0.8 см + 0.8 мм/км СКП По высоте: ±1,5 см + 1 мм/км СКП Время инициализации обычно менее: 60 с.	-40°С до +65°С -45°С до 85°С IP67	12 ч в режиме статика 4 ч в режиме RTK	Не имеет радио	349 - 588 тыс руб

Продолжение Таблице 3.1.

4. S9i GNSS	220	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКП По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКП	В плане: ±0.8 см + 1 мм/км СКО По высоте: ±1,5 см + 1 мм/км СКП Вр.инициализ менее: 60 с.	-40°С до +60°С IP67	Более 12 часов от 2 батарей	-	269 - 329 тыс руб
5. S900 GNSS	555	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКП По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКП	В плане: ±0.8 см + 1 мм/км СКП По высоте: ±1,5 см + 1 мм/км СКП Вр.инициал. менее: 60 с.	-40°С до +65°С -40°С до 80°С IP67	Более 12 ч от 2 батарей	Можно вставить 2 батареи с возможностью горячей замены.	-
6. S900T GNSS	336	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКП По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКП	В плане: ±0.8 см + 1 мм/км СКП По высоте: ±1,5 см + 1 мм/км СКП	-40°С до +65°С -40°С до 80°С IP67	Более 12 часов от 2 батарей	Можно вставить 2 батареи с возможностью горячей замены	-

			Вр.инициал. менее: 60 с.				
7. S900A-SE	394	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКП По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКП	-	-40° С до +65°С -40°С до 80°С IP67	Более 12 часов от 2 батарей	Имеет сервис коррекции Atlas	
8. S900A GNSS	394	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКП По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКП	В плане: ±0.8 см + 1 мм/км СКП По высоте: ±1,5 см + 1 мм/км СКП Вр.инициали менее: 10 с.	-40° С до +65°С -40°С до 80°С IP67	Более 12 часов от 2 батарей	Имеет сервис коррекции Atlas	-
9. S9i GNSS RTK	555	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКО По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКО	В плане: ± 8 мм + 1 мм/км СКО По высоте: ±15 мм + 1 мм/км СКО Вр.инициали менее: 10 с.	-40°С до +65° С IP67	Более 12 ч в режиме RTK (от двух батарей)	-	-
10. S9i GNSS RTK	555	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКО По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКО	В плане: ± 8 мм + 1 мм/км СКО По высоте: ±15 мм + 1 мм/км СКО Вр.инициали менее: 10 с.	-40°С до +65° С IP67	Более 12 ч в режиме RTK (от двух батарей)	-	-

Продолжение Таблице 3.1.

11. S9iA GNSS RTK	394	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКП По высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКП	В плане: ± 8 мм + 1 мм/км СКП По высоте: ±15 мм + 1 мм/км СКП Вр.инициали менее: 10 с.	-40°С до +65° С IP67	Более 12 ч в режиме RTK (от двух батарей)	Имеет сервис коррекции Atlas	269 тыс руб
12. S9III N Plus	220	В плане: ±3 мм + 0.5 мм/км СКП По высоте: ±5 мм + 0.5 мм/км СКП	В плане: ±10 мм + 1 мм/км СКП По высоте: ±15 мм + 1 мм/км СКП Вр.инициал. менее: 60 с.	-40° С до +60°С IP67	7 ч в режиме статика 6,5 ч в режиме RTK	Не имеет радио/ no radio	348 тыс руб
13. S9III Plus	220	В плане: ±3 мм + 0.5 мм/км СКП По высоте: ±5 мм + 0.5 мм/км СКП	В плане: ±10 мм + 1 мм/км СКП По высоте: ±15 мм + 1 мм/км СКП Вр.инициал. менее: 60 с.	-40° С до +60°С IP67	7 ч в режиме статика 6,5 ч в режиме RTK	-	492 тыс руб
14. S800A GNSS	394	В плане: ±2.5 мм + 0.1 мм/км СКП	В плане: ±8 мм + 0.8 мм/км СКП	-40° С до +65° С IP67	До 10 ч	Имеет сервис коррек	219 –

		По высоте: $\pm 3.5$ мм + 0.4 мм/км СКП	По высоте: $\pm 15$ мм + 1 мм/км СКП Вр.инициал. менее: 60 с.			ции Atlas	339 тыс руб
15. S800 GNSS	555	В плане: $\pm 2.5$ мм + 0.1 мм/км СКП По высоте: $\pm 3.5$ мм + 0.4 мм/км СКП	В плане: $\pm 8$ мм + 0.8 мм/км СКП По высоте: $\pm 15$ мм + 1 мм/км СКП Вр.инициал. менее: 60 с.	$-40^{\circ}$ С до $+65^{\circ}$ С IP67	До 10 ч	-	239 – 349 тыс руб
16. S8 Plus	120	В плане: $\pm 5$ мм + 0.5 мм/км СКП По высоте: $\pm 10$ мм + 0.5 мм/км СКП	В плане: $\pm 10$ мм + 1 мм/км СКП По высоте: $\pm 20$ мм + 1 мм/км СКП Вр.инициал. менее: 60 с.	$-40^{\circ}$ С до $+60^{\circ}$ С IP67	7 ч в режиме статика 6,5 ч в режиме RTK	-	-
17. S8N Plus	120	В плане: $\pm 5$ мм + 0.5 мм/км СКП По высоте: $\pm 10$ мм + 0.5 мм/км СКП	В плане: $\pm 10$ мм + 1 мм/км СКП По высоте: $\pm 20$ мм + 1 мм/км СКП Вр.инициал. менее: 60 с.	$-40^{\circ}$ С до $+60^{\circ}$ С IP67	7 ч в режиме статика 6,5 ч в режиме RTK	Не имеет радио	-
18. S7G GNSS Receiver	120	В плане: $\pm 5$ мм + 1 мм/км СКП По высоте: $\pm 10$ мм + 1 мм/км СКП	В плане: $\pm 10$ мм + 1 мм/км СКП По высоте: $\pm 20$ мм + 1.5 мм/км СКП Вр.инициал. менее: 50 с.	$-30^{\circ}$ С до $+70^{\circ}$ С $-20^{\circ}$ С до $+60^{\circ}$ С IP65	Более 8 ч	Контролер - приемник	402 тыс руб
19. S5 GNSS Receiver	372	В плане: $\pm 5$ мм + 1 мм/км СКП По высоте: $\pm 10$ мм + 1 мм/км СКП	В плане: $\pm 10$ мм + 1 мм/км СКП По высоте: $\pm 20$ мм + 1.5 мм/км СКП Вр.инициал. менее: 50 с.	$-30^{\circ}$ С до $+65^{\circ}$ С $-40^{\circ}$ С до $+80^{\circ}$ С IP65	Более 8 ч	Контролер - приемник	-

У фирмы Stonex большое разнообразие в выборе геодезических спутниковых приемников. Но у каждого есть свои определённые плюсы.

Проведенный анализ позволил разделить геодезические спутниковые приемники на 6 групп по точности определения местоположения приемников:

1) СПК определения местоположения приемников: статика/быстрая статика:

В плане:  $\pm 2.5$  мм + 0.1 мм/км СКП

По высоте:  $\pm 3.5$  мм + 0.4 мм/км СКП

СПК определения местоположения приемников: кинематика, RTK:

В плане:  $\pm 0.8$  см + 0.8 мм/км СКП

По высоте:  $\pm 1.5$  см + 1 мм/км СКП

Данной точностью обладают 3 геодезических спутниковых приемников фирмы Stonex:

– S10A GNSS

								Лист
								44
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР			

- S10 GNSS
- S10N GNSS

Также у них одинаковое время работы 7 часов в режиме статика и 4 часа в режимы RTK от одной батареи, и температура эксплуатации от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+65^{\circ}\text{C}$  и защиты IP 67 (можно проводить съемку под дождем).

Данные приемники имеют различие по числу каналов, наличию радио и наличию сервиса Atlas. По ценовой категории они имеют не большое отличие, цена варьируется от 349 тыс. руб. до 767 тыс. руб.

Из данной категории приемников я бы рекомендовала к приобретению спутниковый приемник Stonex S10A GNSS, так как он имеет наибольшее количество каналов (394), имеется в наличие радио, и он единственный имеет сервис Atlas. По цене он не сильно отличается от других спутниковых приемников в данной линейке, его можно приобрести, начиная от цены в 389 тысяч рублей.

2) СПК определения местоположения приемников: статика/быстрая статика:

В плане:  $\pm 2.5 \text{ мм} + 0.1 \text{ мм/км СКП}$

По высоте:  $\pm 3.5 \text{ мм} + 0.4 \text{ мм/км СКП}$

СПК определения местоположения приемников: кинематика, RTK:

В плане:  $\pm 0.8 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$

По высоте:  $\pm 1.5 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$

Данной точностью обладают 6 геодезических спутниковых приемников фирмы Stonex:

- S900 GNSS вышел в 2018г. (самые новые спутниковые приемники фирмы Stonex)
- S900T GNSS вышел в 2018г. (самые новые спутниковые приемники фирмы Stonex)
- S900A GNSS вышел в 2018г. (самые новые спутниковые приемники фирмы Stonex)

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		45

- S9i GNSS
- S9i GNSS RTK
- S9iA GNSS RTK

Также у них одинаковое время работы 12 часов от 2-х батарей, и температура эксплуатации от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+65^{\circ}\text{C}$  и защиты IP 67 (можно проводить съемку под дождем).

Данные приемники имеют различие по числу каналов, наличию радио и наличию сервиса Atlas.

Информацию по стоимости я нашла не на все геодезические спутники, но их можно приобрести в пределах 300 тыс. руб.

Из данной категории приемников я бы рекомендовала к приобретению спутниковые приемники Stonex S900 GNSS, Stonex S900T GNSS, Stonex S900A GNSS, так как они имеют возможность вставить 2 батареи с возможностью горячей замены, а приёмник Stonex S900A GNSS имеет сервис Atlas.

Отдельно нужно отметить геодезический приемник Stonex S900A-SE GNSS, данным прибором нельзя проводить измерения в режиме реального времени (RTK), поэтому он не подходит к кадастровым работам, так как измерения чаще всего проводятся в режиме RTK.

3) СПК определения местоположения приемников: статика/быстрая статика:

В плане:  $\pm 3 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км СКП}$

По высоте:  $\pm 5 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км СКП}$

СПК определения местоположения приемников: кинематика, RTK:

В плане:  $\pm 1,0 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$

По высоте:  $\pm 1.5 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$

Данной точностью обладают 2 геодезических спутниковых приемников фирмы Stonex:

- S9III N Plus
- S9III Plus

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		46

Также у них одинаковое время работы 7 часов в режиме статика и 6,5 часа в режимы RTK и температура эксплуатации от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  и защиты IP 67 (можно проводить съемку под дождем).

Данные приемники имеют различие по наличию радио.

По стоимости: на приемник без радио цена составляет 348 тыс. руб., а на приемник имеющий радио – 492 тыс. руб.

Из данной категории приемников я бы рекомендовала к приобретению спутниковый приемник Stonex S9III Plus, так как он имеет в наличие радио, хоть и цена на 100 тыс руб. больше.

4) СПК определения местоположения приемников: статика/быстрая статика:

В плане:  $\pm 2.5\text{ мм} + 1\text{ мм/км СКП}$

По высоте:  $\pm 5\text{ мм} + 1\text{ мм/км СКП}$

СПК определения местоположения приемников: кинематика, RTK:

В плане:  $\pm 0.8\text{ см} + 1\text{ мм/км СКП}$

По высоте:  $\pm 1.5\text{ см} + 1\text{ мм/км СКП}$

Данной точность обладают 2 геодезических спутниковых приемников фирмы Stonex:

– S800A GNSS

– S800 GNSS

Также у них одинаковое время работы до 10 часов работы и температура эксплуатации от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+65^{\circ}\text{C}$  и защиты IP 67 (можно проводить съемку под дождем).

Данные приемники имеют различие по числу каналов и наличие сервиса Atlas. По ценовой категории они имеют не большое отличие, цена варьируется от 219 тыс. руб. до 349 тыс. руб.

В данной категории приемников к приобретению я могу рекомендовать оба спутниковых приемников, здесь уже пусть потребитель решает нужен ли в наличие ему сервис Atlas.

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		47

5) СПК определения местоположения приемников: статика/быстрая статика:

В плане:  $\pm 5 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км СКП}$

По высоте:  $\pm 10 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км СКП}$

СПК определения местоположения приемников: кинематика, RTK:

В плане:  $\pm 1.0 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$

По высоте:  $\pm 2.0 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$

Данной точностью обладают 2 геодезических спутниковых приемников фирмы Stonex:

- S8 Plus
- S8 N Plus

Также у них одинаковое время работы 7 часов в режиме статика и 6,5 часа в режимы RTK и температура эксплуатации от  $-40^\circ \text{C}$  до  $+60^\circ \text{C}$  и защиты IP 67 (можно проводить съемку под дождем).

Данные приемники имеют различие по наличию радио.

Из данной категории приемников я бы рекомендовала к приобретению спутниковый приемник Stonex S9III Plus, так как он имеет в наличие радио, хоть и цена на 100 тыс руб. больше.

б) В шестую группу входят не обычные приемники, они совмещают в себе спутниковый приемник и контроллер.

СПК определения местоположения приемников: статика/быстрая статика:

В плане:  $\pm 5 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км СКП}$

По высоте:  $\pm 10 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км СКП}$

СПК определения местоположения приемников: кинематика, RTK:

В плане:  $\pm 1.0 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$

По высоте:  $\pm 2.0 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$

В данную группу входят 2 геодезических спутниковых приемников фирмы Stonex:

- S7G GNSS Receiver
- S5 GNSS Receiver – более старая модель

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		48

Также у них одинаковое время работы 8 часов работы и защита IP 65 (можно проводить съемку под дождем).

Данные приемники имеют различие по температуре эксплуатации и количеству каналов.

Из данной категории приемников я бы рекомендовала к приобретению оба спутниковых приемников при условии, что измерения проводятся не на постоянной основе, так как к более серьезным работам нужно более серьезное оборудование.

Делая из всего вывод можно сказать что пользователь сам выбирает необходимое ему оборудование, и все зависит от необходимых функций, предпочтений и наличие определенной суммы денег.

Свои рекомендации я оставила выше.

### 3.2.1. Atlas. Глобальный сервис коррекций GNSS

Atlas (Атлас) – дифференциальный сервис GNSS от компании Hemisphere. Atlas обеспечивает получение поправок с помощью спутниковых сигналов L (L1, L2, L5; L1, L2, L3) – диапазона или через Интернет для метровой и сантиметровой точностей.

При формировании поправок используется информация примерно от 200 базовых станций по всему миру. Получение поправок в L-диапазоне происходит от экватора до широты 75° в северном и южном полушариях, что позволяет охватить большинство сухопутной и морской территории Земли. Сервис незаменим в районах со слаборазвитой геодезической сетью. Сервис Atlas могут поддерживать множество GNSS двухчастотных RTK приемников.

Рисунок 3.5 - Получение поправок в L-диапазоне сервиса Atlas

#### Преимущества и возможности сервиса Atlas:

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		49

- Точность в плановом положении от 8 см (СКП 4 см) при использовании корректирующих поправок сервиса L-band Atlas.
- Доступность технологии в любой части мира (от 75°N до 75°S). К примеру, самый северный город в России это Певек и он находится на широте 69°N.
- Обеспечивает продолжение съёмки в условиях слабых сигналов от Базовой Станции или их прерывания в течение непродолжительного времени
- обеспечивает сантиметровую точность съёмки в условиях прерывания или нестабильной связи с сетью Базовых Станций при работе в RTK режиме.
- Обеспечивает продолжение съёмки в условиях слабых сигналов от Базовой Станции или их прерывания в течение непродолжительного времени
- Благодаря сервису Atlas приемник продолжает генерировать RTK решения в случае разрыва связи в течение нескольких минут
- Позволяет непрерывно работать на объекте и служит дополнительной гарантией бесперебойной связи с БС

### Рисунок 3.6 – Уровни точности сервиса Atlas

У сервиса Atlas есть три уровня точности по всему миру, что важно для применения в удалённых трудно доступных районах. Сервис Atlas позволяет получить сантиметровую точность, без использования наземных Базовых Станций.

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		50

### **3.3. Анализ применения современных базовых спутниковых приемников и антенн фирмы Stonex в кадастровых работах**

В кадастровых работах чаще всего при съемках спутниковыми приёмниками используют режим съемки RTK (реального времени). Когда можно получить результат измерения мгновенно (в течении 1-2 минут).

Для данного метода используют два спутниковых приемника и антенны. Ровер – спутниковый приемник, которым производится измерение и который можно перемещать, выше мы рассмотрели варианты таких приемников. И Базовая станция – спутниковый приёмник, который стоит на пункте с известными координатами и рассчитывает поправки для передачи их роверу.

У фирмы Stonex имеется на данный момент времени (2019 год) 2-ва приемника, которые могут быть одновременно и приемником, и базовой станцией базовые станции и ниже мы рассмотрим их поподробней.

#### **1. Приемник (базовая станция) SC200 GNSS Receiver**

##### **Рисунок 3.7. – Приемник (базовая станция) SC200 GNSS Receiver**

Многофункциональный GPS приемник, предназначенный, как правило, для использования в качестве стационарной постоянно действующей базовой станции.

Питание базы осуществляется как от сети, так и от встроенного аккумулятора 5000 мАч с зарядом на 16 часов непрерывной работы. SC200 имеет встроенные Wi-Fi модуль, 3G WCDMA модем и Bluetooth.

Для управления сетевыми возможностями STONEX SC200 используется программное обеспечение Stonex NTRIP Caster (идет в комплекте). Более того, приемник полностью совместим с программными модулями большинства других производителей сетевого программного обеспечения.

Таким образом, SC200 может быть использован как для создания собственной сетевой инфраструктуры или для интеграции в существующие сети.

#### **Характеристики приемника (базовой станции) SC200 GNSS Receiver.**

Количество каналов: 220

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		52

Внутренняя память: 512М

Внешние устройства хранения данных: 4 Гб накопителя данных

Спутниковые сигналы: GPS: L1 C/A, L2E, L2C, L5

ГЛОНАСС: L1 C/A, L1P, L2 C/A, L2P

BEIDOU: B1, B2

GALILEO: E1, E5 AltBOC, E5a, E5b,

QZSS: L1 C/A, L1C, L2C, L5

SBAS: L1, L5

Рабочая температура: -30°C to 65°C

Температура хранения: - 40°C до + 75°C

Пыле-влагозащита: IP67

Относительная влажность: 0% - 100%

Режим статика в плане: ±3 мм + 0.1 мм/км СКО

Режим статика по высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКО

Режим RTK в плане: ±8 мм + 1 мм/км СКО

Режим RTK по высоте: ±15 мм + 1 мм СКО

Стоимость данной базовой станции в 2019 г. составляет 799 тыс. руб. – 104 тыс. руб.

1. Приемник (базовая станция) SC2000 GNSS Receiver

Рисунок 3.8 – Приемник (базовая станция) SC2000 GNSS Receiver

### **Характеристики приемника (базовой станции) SC2000 GNSS Receiver**

Каналы: 220

Внутренняя память: 512М

Внешние устройства хранения данных: 4 Гб накопителя данных

Спутниковые сигналы GPS: L1 C/A, L1 C, L2C, L2P, L5

ГЛОНАСС: L1 C/A, L2C, L2P, L3, L5

BEIDOU: B1, B2, B3

GALILEO: E1, E5 AltBOC, E5a, E5b, E6

QZSS: L1 C/A, L1C, L2C, L5, L6

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		53

IRNSS: L5

SBAS: L2, L5

Рабочая температура: -40°C до 65°C

Температура хранения: - 40°C до + 80°C

Пыле-влагозащита: IP67

Относительная влажность: 0% - 100%

Режим статика в плане: ±3 мм + 0.1 мм/км СКО

Режим статика по высоте: ±3.5 мм + 0.4 мм/км СКО

Режим RTK в плане: ±8 мм + 1 мм/км СКО

Режим RTK по высоте: ±15 мм + 1 мм/км

Базовые (или другими словами дифференциальных) станций позволяют увеличивать точность определения местоположения объектов. При отсутствии базовой станций для получения результата измерения требуется как минимум два спутниковых приемника. В зоне покрытия сети базовой станций не нужно беспокоиться об исходных пунктах, размещать на них оборудование и проводить спутниковые определения. Для работы достаточно иметь один спутниковый приемник (ровер), это позволяет сократить финансовые расходы на оборудование и время на установку еще одного спутникового приемника.

Также не обязательно самому приобретать базовую станцию, есть некоторые фирмы, которые предоставляют, доступ к сети базовых станций за отдельную плату, например, такой фирмой является ООО «Полеос», ее базовая станция находится по адресу: Сталеваров, 94, на крыши 10 этажного дома.

Использование данной сети базовых станций позволяет значительно экономить время и финансовых ресурсов за счет:

- отсутствия затрат на установку спутникового приемника на исходном пункте для проведения работ;
- уменьшение ошибок исполнителей при вводе данных;
- сокращение затрат на повторные выезды на объект из-за ошибок.

Спутниковая антенна - антенна, для приёма и передачи радиосигналов между базовыми станциями и искусственными спутниками Земли.

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		54

Антенны фирмы Stonex - высокоточные антенны для всех полевых работ. Семейство антенн GNSS Stonex предназначено для улучшения и поддержки производительности приемников точного позиционирования Stonex.

Антенны имеют высокий коэффициент усиления и широкую ширину луча для обеспечения качества приема сигнала спутника при низком угле наклона. Фазовый центр этих антенн остается постоянным при изменении азимута и высоты спутникового приемника.

Фирме stonex на данный момент есть 6 высокоточные антенн.

Таблица 3.2 - Высокоточные антенны, применяемые для полевых работ

Характеристики		CG601A	CG7601A	3G+C Reference	CSX607A	UA35	BS383A
							
Приним. сигналы спут.	GPS	+	+	+	+	+	+
	ГЛОНАСС	+	+	+	+	+	+
	BEIDOU	+	+	+	+	+	+
	GALILEO	+	+	+	+	+	-
	L-BAND	+	-	+	+	+	-
	SBAS	+	+	+	+	+	+
Коэф. усил.		50 ± 2 дб	50 ± 2 дб	42 ± 1 дб	40 ± 2 дб	39 ± 2 дб	40 ± 2 дб
ошибка фаз. центра		± 1мм	± 1мм	± 1мм	± 2мм	± 2мм	± 2мм
темп. работы		-45°C до 85°C	-45°C до 85°C	-45°C до 85°C	-45°C до 85°C	-45°C до 85°C	-40°C до 70°C
защита		67	67	69	67	69	67

### 3.4. Анализ применения современных контролеров фирмы Stonex и их замена в кадастровых работах

При съемке геодезическим спутниковым приёмником в режиме RTK (реального времени) нужны не только базовая станция для получения поправок и антенны для приёма и передачи радиосигналов, а также геодезические контролёры.

Геодезические контроллеры (или другими словами полевой контролер) – это переносной мини компьютер для сбора и обработки информации со

спутниковых приёмников. Он может быть, как планшетом, портативным компьютером, смартфоном и т. д.

Контроллеры необходимы при работе в режиме RTK. С помощью специального программного обеспечения внутри контроллера можно управлять съёмкой, производить вынос точек в натуру, настраивать оборудование в нужный режим работы, записываете результаты измерений в память контроллеру, пересчитываете полученные координат в нужную систему координат и экспортируются их в различные форматы, а затем передаете данные в настольный компьютер.

У фирмы Stonex имеется на данный момент времени (2019 год) 13 полевых контроллеров, 2 из которых могут быть еще и спутниковыми приемниками.

Таблица 3.3 - Характеристики контролёров/планшетов фирмы Stonex

Контроллер/планшет(гис оборудование)	Спутн. сигн.	Вн. пам./оперт. пам.	Вр. раб.	Температурный режим/температура хранения/защита	особ.	Цена
- <b>UT10 Rugged Tablet</b>	U-blox M8N GPS/GLONASS/BeiDou	32Гб/4 Гб	8000 мАч/10 ч.	-20°C до 60°C -40°C до 70°C IP68 (1.5 м на бетон)	Поддерживает 2 сим карты и имеет сенсорный дисплей	-
- <b>UT30 Rugged Tablet</b>	U-blox M8N GPS/GLONASS/BeiDou	32Гб/4 Гб	8200 мАч/10 часов	-20°C до 60°C -40°C до 70°C IP67 (1.2 м на бетон)	Поддерживает 2 сим карты и имеет сенсорный дисплей	-

Продолжение Таблице 3.3

- <b>UT50 Rugged Tablet</b>	U-blox M8N GPS/GLONASS/BeiDou	128 Гб	5800 мАч/8 часов	-20°C до 55°C -40°C до 70°C IP68 (1.2 м на бетон)	Поддерживает 2 сим карты и имеет сенсорный дисплей серия контроллеров UT – отличаются диагоналями экранов	-
<b>Контроллер Stonex S4H Н/С</b>	- Система GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo, QZSS, SBAS,	8G В /51 2M В	3400 мАч	-30°C до60°C, -30°C до 70°C IP67 (1.5м падение на бетон)	Версии S4H Н/С отличаются наличием камеры и 3G интернетом в серии Н	61 - 129 тыс руб
<b>Stonex S4 Н/ Lite SurvCE</b>	- 50 каналов, GPS, SBAS	4 Гб/	12 часов /	-20°C to 60°C -30°C to 70°C IP65	Stonex S4 Н/ Lite SurvCE	-

-			256 Мб	1500 mAh			
-	<b>T4A/ T4W Rugged Tablets</b>	U-blox NEO-7 GPS/GLONASS/QZSS	64 Гб/4 Гб	7800 мАч/	-10°C до 50°C -30°C до 70°C IP67 (1.2)	Различие между T4A/ T4W в операционной системе и в тактовой частоте процессора T4A – на Android 5.1 с частотой процессора 1.92 Гц T4W – на windows 10 home с частотой процессора 1.44 Гц	-
	<b>T2/ T3 Rugged Tablets</b>	U-blox NEO-7 GPS/GLONASS/QZSS	32 Гб/4 Гб	7800 мАч/	-10°C до 50°C -30°C до 70°C IP67 (1.2)	Различие между T4A/ T4W в операционной системе и в тактовой частоте процессора T4A – на Android 5.1 с частотой процессора 1.92 Гц T4W – на windows 10 home с частотой процессора 1.44 Гц	-
	<b>Stonex S7-D</b>	- GPS (L1), GLONASS (L1), SBAS	256 МБ 256 МБ	2500 мАч/8 часов	-20°C to +60°C -30°C to +70°C IP65	-	-
	Stonex S3 GIS	- 20 каналов, L1, C/A код	256 МБ /12 8М В	2800 мАч	-10°C - +60°C -30°C - +70°C IP66	GNNS приемник + контролер	138 тыс руб

Проведенный анализ позволил выделить 3 вида полевых контролёров фирмы Stonex:

- 1) Первый вид контролёров — это обычные контролёры.

### Рисунок 3.9. – Обычные контролёры

Обычные контроллеры фирмы Stonex работают на ПО разработанной фирмой Stonex (даны ПО рассматриваются ниже). Имеют размеры чуть больше стандартного смартфона, защищены IP 65-67 (выдерживают удар об бетон на расстояние 1-1/2 м). Обладают всеми функциями полевых контролеров: съемка координат, вынос точек в натуру, перенос данных на настольный компьютер и т.д. Ловит все спутниковые сигналы: система GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo, QZSS, SBAS.

Различие между разными моделями в времени работы, внутренней памяти, различных дополнения, таких как камера и наличие интернета, а также в стоимости прибора.

2) Второй вид контролёров — это контролёры-приемники.

#### Рисунок 3.10. – Контролёры-приемники

Данный вид контролеров способен заменить GPS приемник, но только если не нужны высокоточные измерения.

3) Третий вид контролёров — это контролёры-планшеты.

#### Рисунок 3.11. – Контролёры-планшеты

Имеют те же характеристики, что и обычные стандартные полевые контролёры. Данный вид планшетов-контролеров отличается тем, что работает под операционной системой Android/ windows, имеет сенсорный дисплей разной диагонали, и большую память для записи полученных измерений. Также они удобны тем, что на большом экране проще работать: обеспечивает легкий просмотр данных (таких как: карты, спутниковые снимки, данные изображения и облака точек). И данные виды контролеров постепенно заменяет более старые версии полевых контролеров.

Принимает следующие спутниковые сигналы: U-blox M8N GPS, GLONASS, BeiDou.

Самыми дорогими из 3-х групп контроллеров является контролёры-планшеты, так как они являются усовершенствованными обычными контроллерами со всеми нужными при полевых работах функциями.

Я бы рекомендовала к приобретению контролеры из первой и третьей группы в зависимости от бюджета.

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		58

Также хотелось бы отметить то, что контроллеры можно заменить любым смартфоном работающем на базе Android. Данное решение обойдется дешевле всего, так как смартфон можно приобрести всего лишь за 10 тысяч рублей. При этом не нужно будет жертвовать какими-либо функциями, единственное только то, что со смартфоном пока невозможно делать вынос точек в натуре. Для этого достаточно загрузить в него определённые программы, наподобие: SurPad 3.0.

Рисунок 3.12. – Программа для смартфона SurPad 3.0.

### **3.5. Программное обеспечение GNSS приемников и программы для обработки результатов на ПК фирмы Stonex**

Кроме различных геодезических приборов компания Stonex выпускает программное обеспечение к своим приборам и программы для обработки результатов на ПК (компьютере). В основном эти программы предназначены для обработки спутниковых измерений и для контролеров с планшетами (смартфонами).

#### **1) Stonex CUBE-T**

Программа, предназначенная для полевых и офисных работ.

Рисунок 3.13. - Stonex CUBE-T для полевого решения

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		60

### Рисунок 3.14. - Stonex CUBE-T для офисного решения

Данная программа используется для сбора данных при спутниковых измерениях в режиме РТК, статики и быстрой статики.

Можно импортировать и привязывать различные растровые изображения в качестве подложки во время полевых работ. Широкий диапазон форматов импорта/экспорта: DXF, DXB, DWG, SHP, Land XML, ASCII, делает CUBE-T одной из самых открытых картографических систем.

#### 2) Stonex NTRIP Caster

### Рисунок 3.15. - Stonex NTRIP Caster

Серверная программа для управления базовыми станциями Stonex.

Осуществляет передачу коррекции на одну базу нескольким пользователям ровера, для управления ими одновременно и в любое время надежным и эффективным способом.

NTRIP Caster предоставляет возможность сетевому администратору контролировать и ограничивать доступ пользователей в режиме реального времени.

В сочетании с SC200 CORS программное обеспечение позволяет пользователям загружать данные через FTP-сервер, создавать новую сеть или использовать существующую.

#### 3) Stonex CUBE-A (для устройств на ОС Android)

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		62

### Рисунок 3.16. - Stonex CUBE-A

Программное обеспечение для ОС Android, которое обрабатывает измерения GNSS оборудование STONEX используя смартфон или планшет в качестве контроллера.

- Проведённый анализ программы позволяет выделить следующие основные возможности и особенности:
- программа на русском языке;
- оптимизирована под работу с GNSS-оборудованием STONEX.
- обработка измерений и съёмки точек;
- вынос в натуру точек, линий;
- разбивка линий и профилей;
- удобное сохранения принятого стиля работы как шаблон;
- создание и настройка пользовательской системы координат (СК);
- возможность калибровки к местной системы координат;
- учет данных встроенного уровня, датчика наклона и электронного компаса приемника (Stonex S9i, S10, S10A);
- поддержка импорта/экспорта формата DXF;
- косвенные расчеты, вычисление площадей, объемов и многое другое.

#### 4) Stonex GeoGis

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		63

### Рисунок 3.17. - Stonex GeoGis

Stonex GeoGis - это программный продукт для сбора данных для ГИС и обслуживания.

Программное обеспечение GeoGis состоит из двух интегрированных модулей: GeoGis Mobile - для работы в поле и GeoGis Office - для настольных компьютеров.

Программное обеспечение Stonex GeoGis имеет набору функций, таких как топографические карты, панель инструментов и полезные вычислительные средства. Программное обеспечение Stonex GeoGis также обеспечивает включение цифровых снимков в рабочий процесс сбора данных с помощью встроенной цифровой камеры. Геодезист может анализировать предварительные полевые снимки, связать их с характеристиками и создать необходимые наборы данных для различных целей.

Благодаря сотовой связи и Wi-Fi программное обеспечение GeoGis может отображать онлайн карты, такие как Google Maps, увеличивая возможность использовать визуальные ориентиры. Чтобы контролировать действия, геодезисты могут выбрать соответствующую функцию из списка или на карте, и навигатор будет направлять их к точному местоположению.

#### 5) Stonex SurvCE

SurvCE – программное обеспечение по сбору и обработке данных, устанавливаемое на полевой контроллер или КПК.

### Рисунок 3.18. - Stonex SurvCE

Позволяет выполнять сбор данных GNSS наблюдений с помощью RTK съемок, обычных и моторизованных электронных тахеометров, а также цифровых нивелиров, лазерных дальномеров, и других устройств с возможностью графического отображения в полевых условиях.

Проведённый анализ программы позволяет выделить следующие основные возможности и особенности:

- Расширенные графические возможности.
- Выноса в натуру точек и линий.
- Уравнивание теодолитного и нивелирного ходов.
- Создание цифровой модели рельефа.
- Вычисление объемов и площадей.
- Поддержка нескольких сетевых протоколов GPS.
- Поддержка неограниченного количества пунктов.
- Возможность настройки масштаба и системы координат.

Проведя анализ программного обеспечение GNSS приемников и программы для обработки результатов на ПК фирмы Stonex было выявлено следующие:

1. Программа Stonex CUBE-T используется для офисного решения и обработки данных электронных тахеометров в строительных и кадастровых работах.
2. Программа Stonex NTRIP Caster используется для управления базовыми станциями спутниковых приемников для кадастровых работ

3. Программы Stonex CUBE-A, Stonex SurvCE и Stonex GeoGis используются как программное обеспечение для полевых контролеров.

Данное ПО фирмы Stonex может успешно применяться в решении большинства современных геодезических задач в строительстве и кадастре.

#### **Глава 4. Анализ стоимостных характеристик геодезического оборудования**

На рынке сейчас можно приобрести геодезические приборы различных производителей начиная от китайских и заканчивая американскими. Но мы остановимся на основных фирмах геодезического оборудования, которые имеют конкуренцию с фирмой Stonex, а именно: Sokkia, Topcon, Trimble и Leica. И проанализируем их с позиции применения в кадастровых и строительных работах.

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		66

#### 4.1. Геодезическое оборудование компании Sokkia, Topcon, Trimble и Leica.

##### 1. Фирма Sokkia

Компания Sokkia была основана в 1920 году в Японии. Данная фирма выпускает геодезическое оборудование, нацеленное как на людей с начальным уровнем подготовки, так и на профессионалов. Sokkia изготавливает следующие геодезические приборы:

- тахеометры;
- нивелиры;
- спутниковые приемники;
- контроллеры.

Компания Sokkia в данный период времени имеет 4 серии тахеометров:

Таблица 4.1. – Тахеометры фирмы Sokkia

##### 1) Серия iM-100 (103; 102;105;102L; 105L)

Тахеометры серия iM-100 имеют точность измеренных углов от 5'' до 2'', дальность измеренного расстояния на призму до 5 000 м ± 1.5 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 500 м ± 2 мм и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 1000 м ± 2 мм, имеют пыле-влагозащиту IP66, могут работать при температуре от минус 35 (20)°С до плюс 50°С в течении 28 часов. Стоимость данный тахеометров на 2019 г. составляет около 500 – 680 тысяч рублей в зависимости от модели.

##### 2) Серия iM-50 (52/55)

Тахеометры серия iM-50 имеют точность измеренных углов 2''/5'', дальность измеренного расстояния на призму до 4 000 м ± 1.5 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 500 м ± 2 мм и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 500 м ± 2 мм, имеют пыле-влагозащиту IP66, могут работать при температуре от минус 20°С до плюс 50°С в течении 14 часов. Стоимость данный тахеометров на 2019 г. составляет около 450 тысяч и 600 тысяч рублей в зависимости от модели.

##### 3) Серия FX (101/102/105)

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		67

Тахеометры серия FX имеют точность измеренных углов  $1''/2''/5''$ , дальность измеренного расстояния на призму до 4 000 м  $\pm$  1.5 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 500 м  $\pm$  2 мм и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 500 м  $\pm$  2 мм, имеют пыле- влагозащиту IP65, могут работать при температуре от минус 20°C до плюс 50°C в течении 20 часов. Стоимость данный тахеометров на 2019 г. составляет около 720 тысяч рублей, 700 тысяч рублей и 495 тысяч рублей в зависимости от модели

#### 4) Роботизированные тахеометры серии iX

Тахеометры серия iX имеют точность измеренных углов  $1''/3''/5''$ , дальность измеренного расстояния на призму до 6 000 м  $\pm$  1.5 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 500 м  $\pm$  2 мм и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 800/600 м  $\pm$  2 мм, имеют пыле- влагозащиту IP65, могут работать при температуре от минус 20°C до плюс 50°C в течении 4 часов. Стоимость данный тахеометров на 2019 г. составляет около 1 млн 570 тысяч рублей – 2 млн 195 тысяч рублей в зависимости от модели.

#### 3 спутниковых приемников:

Таблица 4.2 – Спутниковые приемники фирмы Sokkia

##### 1) Спутниковый приемник Sokkia GRX2

Данный GNSS приемник содержит 226 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.8 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 4$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 1$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, имеет пыле- влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 65°C в течении 7.5 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 520 тысяч рублей.

##### 2) Спутниковый приемник Sokkia GCX2

Данный GNSS приемник содержит 226 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 1$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 65°C в течении 12 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 275 тысяч рублей.

### 3) Спутниковый приемник Sokkia GCX3

Данный GNSS приемник содержит 226 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.4 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.6 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 1$  см + 0.8 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 65°C в течении 12 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 299 тысяч рублей.

1 полевой контроллер:

Полевой контроллер Archer2 имеет пыле-влагозащиту IP68, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 20 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 175 тысяч рублей.

## 2. Фирма Торсон.

Компания Торсон была основана в сентябре 1932 году в Японии. Торсон выпускает следующие геодезическое оборудование:

- теодолиты;
- тахеометры;
- нивелиры;
- спутниковые приемники;

- контроллеры;
- программное обеспечение для обработки данных.

Компания Торсон в данный период времени имеет 5 серий тахеометров:  
Таблица 4.3. – Тахеометры фирмы Торсон

1) Серия GM-100 (102/105)

Тахеометры серии GM-100 имеют точность измеренных углов  $2''/5''$ , дальность измеренного расстояния на призму до 5 000 м  $\pm$  1.5 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 500 м  $\pm$  2 мм и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 1 000 м  $\pm$  2 мм, имеют пыле- влагозащиту IP66, могут работать при температуре от минус 35°C до плюс 50°C в течении 5.5 часов. Стоимость данных тахеометров на 2019 г. составляет около 690 тысяч и 580 тысяч рублей в зависимости от модели.

2) Серия GM-50 (52/55)

Тахеометры серии GM-50 имеют точность измеренных углов  $2''/5''$ , дальность измеренного расстояния на призму до 4 000 м  $\pm$  1.5 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 500 м  $\pm$  2 мм и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 1 000 м  $\pm$  2 мм, имеют пыле- влагозащиту IP66, могут работать при температуре от минус 35°C до плюс 50°C в течении 2.5 часов. Стоимость данных тахеометров на 2019 г. составляет около 550 тысяч и 340 тысяч рублей в зависимости от модели.

3) Серия OS (101L/103L/105L)

Тахеометры серии OS имеют точность измеренных углов  $1''/3''/5''$ , дальность измеренного расстояния на призму до 5 000 м  $\pm$  2 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 500 м  $\pm$  2 мм и дальность

измерения расстояния в безотражательном режиме до 500 м ± 3 мм, имеют пыле- влагозащиту IP65, могут работать при температуре от минус 30°С до плюс 50°С в течении 5.5 часов. Стоимость данных тахеометров на 2019 г. составляет около 740 тысяч рублей, 670 тысяч рублей и 630 тысяч рублей в зависимости от модели

4) Роботизированные тахеометры серии DS (201i/203i/205i)

Тахеометры серии DS имеют точность измеренных углов 1"/3"/5" , дальность измеренного расстояния на призму до 6 000 м ± 1.5 мм, дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 1 000 м ± 2 мм, имеют пыле- влагозащиту IP65, могут работать при температуре от минус 30°С до плюс 50°С в течении 5 часов. Стоимость данных тахеометров на 2019 г. составляет около 1 млн. 890 тысяч рублей, 1 млн. 770 тысяч рублей и 1 млн. 680 тысяч рублей в зависимости от модели.

5) Роботизированные тахеометры серии GT

(1001/1002/1003/502/503/505)

Тахеометры серии GT имеют точность измеренных углов 0.5" – 5" , дальность измеренного расстояния на призму до 5 000 м ± 2 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 500 м ± 2 мм и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 1 000/800 м ± 2 мм,, имеют пыле- влагозащиту IP65, могут работать при температуре от минус 20°С до плюс 50°С в течении 4 часов. Стоимость данных тахеометров на 2019 г. составляет около 1 млн. 630 тысяч рублей – 2 млн. 220 тысяч рублей в зависимости от модели.

4 спутниковых приемников:

Таблица 4.4. – Спутниковые приемники фирмы Topcon

1) Спутниковый приемник Topcon Hiper SR

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		72

Данный GNSS приемник содержит 226 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 1$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 65°C в течении 15 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 360 тысяч рублей.

#### 2) Спутниковый приемник Topcon Hiper V

Данный GNSS приемник содержит 226 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.8 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 4$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 1$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 65°C в течении 10 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 500 тысяч рублей.

#### 3) Спутниковый приемник Topcon Hiper HR TILT

Данный GNSS приемник содержит 452 канала для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.3 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.5$  см + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1$  см + 0.8 мм/км СКП, имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 70°C в течении 10 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 1 миллиона рублей.

#### 4) Спутниковый приемник Topcon Hiper HR

Данный GNSS приемник содержит 452 канала для приема спутниковых сигналов точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.3 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность

измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.5$  см + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1$  см + 0.8 мм/км СКП, имеет пыле- влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 70°C в течении 10 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 812 тысяч рублей.

#### 5) Спутниковый приемник Topcon GR-5

Данный GNSS приемник содержит 226 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 1$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, имеет пыле- влагозащиту IP66, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 70°C в течении 5 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 710 тысяч рублей.

3 полевых контроллера:

#### 1) Полевой контроллер Topcon Tesla Geo

Полевой контроллер Topcon Tesla Geo имеет пыле- влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 16 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 290 тысяч рублей.

#### 2) Полевой контроллер Topcon FC-336

Полевой контроллер Topcon FC-336 имеет пыле- влагозащиту IP68, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 12 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 160 тысяч рублей.

#### 3) Полевой контроллер Topcon FC-500

Полевой контроллер Topcon FC-500 имеет пыле- влагозащиту IP68, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 20 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 150 тысяч рублей.

### 3. Фирма Trimble.

Компания Trimble была основана в 1978 году в США Чарльзом Тримбл. Одна из первых выпустила спутниковые геодезические приемники, работающие как с американской системой GPS, так и с российской ГЛОННАС. Trimble выпускает следующие геодезическое оборудование:

- тахеометры;
- нивелиры;
- спутниковые приемники;
- контроллеры;
- программное обеспечение для обработки данных.

Компания Trimble в данный период времени имеет 5 тахеометров:

Таблица 4.5. – Тахеометры фирмы Trimble

#### 1) Тахеометр Trimble M3 DR TA

Тахеометр Trimble M3 DR TA имеет точность измеренных углов  $1'' - 5''$ , дальность измеренного расстояния на призму до  $3\ 000\ м \pm 2\ мм$ , дальность измерения расстояния на отражающую пленку до  $270\ м \pm 2\ мм$  и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до  $500\ м \pm 2\ мм$ , имеет пыле-влагозащиту IP66, может работать при температуре от минус  $20^{\circ}C$  до плюс  $50^{\circ}C$  в течении 12 часов. Стоимость данного тахеометра на 2019 г. составляет около 661 – 590 тысяч рублей в зависимости от модели.

#### 2) Тахеометр Trimble S5

Тахеометр Trimble S5 имеет точность измеренных углов  $1'' - 5''$ , дальность измеренного расстояния на призму до  $2\ 500\ м \pm 2\ мм$ , дальность измерения расстояния на отражающую пленку до  $1\ 000\ м \pm 2\ мм$  и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до  $1\ 300\ м \pm 2\ мм$ , имеет

пыле-влагозащиту IP65, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 50°C в течении 6.5 часов. Стоимость данного тахеометра на 2019 г. составляет около 1 млн. 240 тысяч рублей – 980 тысяч рублей в зависимости от модели.

### 3) Тахеометр Trimble S7

Тахеометр Trimble S7 имеет точность измеренных углов 1" – 5" , дальность измеренного расстояния на призму до 2 500 м ± 2 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 1 000 м ± 2 мм и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 1 300 м ± 2 мм, имеет пыле-влагозащиту IP65, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 50°C в течении 6.5 часов. Стоимость данного тахеометра на 2019 г. составляет около 1 млн. 590 тысяч рублей – 1 млн. 330 тысяч рублей в зависимости от модели

### 4) Тахеометр Trimble S9

Тахеометры серии DS имеет точность измеренных углов 0.5" – 5" , дальность измеренного расстояния на призму до 3 000 м ± 2 мм, дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 150 м ± 2 мм, имеет пыле-влагозащиту IP65, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 50°C в течении 6.5 часов. Стоимость данного тахеометра на 2019 г. составляет около 2 млн. 900 тысяч рублей – 1 млн. 860 тысяч рублей в зависимости от модели.

### 5) Роботизированный тахеометр Trimble SX10 (1")

Роботизированный тахеометр Trimble SX10 (1") имеет точность измеренных углов 1" , дальность измеренного расстояния на призму до 5 500 м ± 1.5 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 800 м ± 1.5 мм и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 800 м ± 1.5 мм, имеют пыле-влагозащиту IP55, могут работать при температуре от минус 20°C до плюс 50°C. Стоимость данного тахеометра на 2019 г. составляет около 3 млн. 900 тысяч рублей.

7 спутниковых приемника:

Таблица 4.6. – Спутниковые приемники фирмы Trimble

1) Спутниковый приемник Trimble R10

Данный GNSS приемник содержит 440 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 65°C в течении 6.5 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 1 млн. 40 тысяч рублей.

2) Спутниковый приемник Trimble R8s

Данный GNSS приемник содержит 440 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 65°C в течении 4 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 280 тысяч рублей.

3) Спутниковый приемник Trimble R2

Данный GNSS приемник содержит 220 канала для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 1$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 2$  см + 1 мм/км СКП, имеет пыле-влагозащиту IP65, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 65°C в течении 4

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист 778
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 300 тысяч рублей.

4) Портативный спутниковый приемник Trimble Geo 7X

Данный GNSS приемник содержит 220 канала для приема спутниковых сигналов точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км СКП}$ , по высоте:  $\pm 5 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км СКП}$ , точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$ , по высоте:  $\pm 1.5 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$ , имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 65°C в течении 3 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 1 млн 200 тысяч рублей.

5) Спутниковый приемник Trimble R7

Данный GNSS приемник содержит 72 канала для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км СКП}$ , по высоте:  $\pm 5 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км СКП}$ , точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 1 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$ , по высоте:  $\pm 1,5 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$ , имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 70°C в течении 5 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 710 тысяч рублей.

6) Спутниковый приемник NetR9 Geospatial (базовая станция)

Данный GNSS приемник содержит 440 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км СКП}$ , по высоте:  $\pm 5 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км СКП}$ , точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$ , по высоте:  $\pm 1,5 \text{ см} + 1 \text{ мм/км СКП}$ , имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 65°C в течении 12 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 650 тысяч рублей.

#### 7) Спутниковый приемник Trimble R9s (базовая станция)

Данный GNSS приемник содержит 440 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 65°C в течении 12 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 550 тысяч рублей.

4 полевых контроллера:

##### 1) Полевой контроллер Trimble TSC3

Полевой контроллер Trimble TSC3 имеет пыле-влагозащиту IP68, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 420 тысяч рублей.

##### 2) Полевой контроллер Trimble Slate

Полевой контроллер Trimble Slate имеет пыле-влагозащиту IP68, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 20 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 190 тысяч рублей.

##### 3) Полевой контроллер Trimble Tablet Rugged PC

Полевой контроллер Trimble Tablet Rugged PC имеет пыле-влагозащиту IP65, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 10 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 560 тысяч рублей.

##### 4) Полевой контроллер Trimble Tablet, ПО SM

Полевой контроллер Trimble Tablet, ПО SM имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 8 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 560 тысяч рублей.

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		80

#### 4. Фирма Leica.

Компания Leica была основана в 1849 году в Швейцарии Карлом Кельнером. Leica выпускает следующие геодезическое оборудование:

- Теодолиты;
- тахеометры;
- нивелиры;
- спутниковые приемники;
- контроллеры;
- дальнометры;
- лазерные сканирующие системы;
- программное обеспечение для обработки данных.

Компания Leica в данный период времени имеет 5 тахеометров:

Таблица 4.7. – Тахеометры фирмы Leica

##### 1) Тахеометр Leica FlexLine TS02Plus

Тахеометр FlexLine TS02Plus имеет точность измеренных углов  $3''/5''$ , дальность измеренного расстояния на призму до  $3\ 500\ м \pm 2\ мм$ , дальность измерения расстояния в безотраж. режиме до  $500\ м \pm 2\ мм$ , имеет пыле-влагозащиту IP55, может работать при температуре от минус  $20^{\circ}C$  до плюс  $50^{\circ}C$  в течении 30 часов. Стоимость данного тахеометра на 2019 г. составляет около 450 – 540 тысяч рублей в зависимости от модели.

##### 2) Тахеометр Leica TS06plus

Тахеометр TS06plus имеет точность измеренных углов  $1'' - 7''$ , дальность измер. расстояния на призму до  $3\ 500\ м \pm 2\ мм$ , дальность измерения расстояния в безотраж. режиме до  $500\ м \pm 2\ мм$ , имеет пыле-влагозащиту IP55, может работать при температуре от минус  $20^{\circ}C$  до плюс  $50^{\circ}C$  в течении 30 часов. Стоимость данного тахеометра на 2019 г. составляет около 690 тысяч рублей – 1 млн 250 тысяч рублей в зависимости от модели.

### 3) Тахеометр Leica TS09

Тахеометр TS09 имеет точность измеренных углов  $1'' - 5''$ , дальность измер. расстояния на призму до  $3\,500\text{ м} \pm 2\text{ мм}$ , дальность измерения расстояния в безотраж. режиме до  $1\,000/500\text{ м} \pm 2\text{ мм}$ , имеет пыле-влажностную защиту IP55, может работать при температуре от минус  $35^\circ\text{C}$  до плюс  $50^\circ\text{C}$  в течении 30 часов. Стоимость данного тахеометра на 2019 г. составляет около 900 тысяч рублей – 1 млн 620 тысяч рублей в зависимости от модели.

### 4) Тахеометр Leica Viva TS11

Тахеометр Viva TS11 имеет точность измеренных углов  $1'' - 5''$ , дальность измеренного расстояния на призму до  $3\,500\text{ м} \pm 2\text{ мм}$ , дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до  $1\,000/500\text{ м} \pm 2\text{ мм}$ , имеет пыле-влажностную защиту IP55, может работать при температуре от минус  $20^\circ\text{C}$  до плюс  $50^\circ\text{C}$  в течении 14 часов. Стоимость данного тахеометра на 2019 г. составляет около 1 млн. 100 тысяч рублей – 1 млн 600 тысяч рублей в зависимости от модели.

### 5) Роботизированный Тахеометр Leica MS60

Тахеометр Leica MS60 TS11 имеет точность измеренных углов  $0.5'' - 1''$ , дальность измеренного расстояния на призму до  $3\,500/10\,000\text{ м} \pm 2\text{ мм}$ , дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до  $1\,000/2\,000\text{ м} \pm 2\text{ мм}$ , имеет пыле-влажностную защиту IP65, может работать при температуре от минус  $20^\circ\text{C}$  до плюс  $50^\circ\text{C}$  в течении 9 часов. Стоимость данного тахеометра на 2019 г. составляет около 4 млн. 850 тысяч рублей – 6 млн 330 тысяч рублей в зависимости от модели.

5 спутниковых приемников:

Таблица 4.8. – Спутниковые приемники фирмы Leica

### 1) Спутниковый приемник Leica GS18T

Данный GNSS приемник содержит 555 каналов для приема спутниковых сигналов точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		82

в плане  $\pm 3$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 65°C. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 800 тысяч рублей.

2) Спутниковый приемник Leica GS16 3.75G

Данный GNSS приемник содержит 555 каналов для приема спутниковых сигналов точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 3$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 65°C. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 490 тысяч рублей.

3) Спутниковый приемник Leica GS14 3.75G

Данный GNSS приемник содержит 120 каналов для приема спутниковых сигналов точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 10$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 1$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 2$  см + 1 мм/км СКП, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 65°C в течении 10 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 430 тысяч рублей.

4) Спутниковый приемник Leica GS15 Базовый

Данный GNSS приемник содержит 555 каналов для приема спутниковых сигналов точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 10$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 2$  см + 1 мм/км СКП, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 65°C в течении 17 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 670 тысяч рублей.

5) Спутниковый приемник Leica GS10 Базовый

Данный GNSS приемник содержит 555 каналов для приема спутниковых сигналов, точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 5$  мм + 0.5 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 10$  мм + 0.5 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8$  см + 1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 2$  см + 1 мм/км СКП, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 70°C в течении 15 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника на 2019 г. составляет около 420 тысяч рублей.

4 полевых контроллера:

1) Полевой контроллер Leica CS35

Полевой контроллер Leica CS35 имеет пыле-влагозащиту IP65, может работать при температуре от минус 10°C до плюс 50°C, в течении 8 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 400 тысяч рублей.

2) Полевой контроллер Leica CS20 3.75G

Полевой контроллер Leica CS20 3.75G имеет пыле-влагозащиту IP68, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 8 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 370 тысяч рублей.

3) Полевой контроллер Leica CS20 3.75G Disto

Полевой контроллер Leica CS20 3.75G Disto имеет пыле-влагозащиту IP68, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 8 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 410 тысяч рублей.

4) Полевой контроллер Leica CS20

Полевой контроллер Leica CS20 имеет пыле-влагозащиту IP68, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 8 часов. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 320 тысяч рублей.

7 лазерных дальномеров:

Таблица 4.9. – Лазерные дальномеры фирмы Leica

1) Лазерный дальномер Leica DISTO X310

Лазерный дальномер Leica DISTO X310 имеет точность измерения  $\pm 1$  мм, дальность измерения 120 м, пыле-влагозащиту IP65, может работать при температуре от минус 10°C до плюс 50°C. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 19 тысяч рублей.

2) Лазерный дальномер Leica DISTO D110

Лазерный дальномер Leica DISTO D110 имеет точность измерения  $\pm 1.5$  мм, дальность измерения 60 м, пыле-влагозащиту IP54, может работать при температуре от минус 10°C до плюс 50°C. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 10 тысяч рублей.

3) Лазерный дальномер Leica DISTO D510

Лазерный дальномер Leica DISTO D510 имеет дальность измерения 200 м, пыле-влагозащиту IP65, может работать при температуре от минус 10°C до плюс 50°C. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 40 тысяч рублей.

4) Лазерный дальномер Leica DISTO D810 touch

Лазерный дальномер Leica DISTO D810 touch имеет дальность измерения 200 м, пыле-влагозащиту IP55, может работать при температуре от минус 10°C до плюс 50°C. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 60 тысяч рублей.

5) Лазерный дальномер Leica DISTO S910

Лазерный дальномер Leica DISTO S910 имеет точность измерения  $\pm 1$  мм, дальность измерения 300 м, пыле-влагозащиту IP54, может работать при температуре от минус 10°C до плюс 50°C. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 90 тысяч рублей.

6) Лазерный дальномер Leica DISTO D2 NEW

Лазерный дальномер Leica DISTO D2 NEW имеет точность измерения  $\pm 1.5$  мм, дальность измерения 100 м. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 14 тысяч рублей.

#### 7) Лазерный дальномер Leica DISTO D1

Лазерный дальномер Leica DISTO D1 имеет точность измерения  $\pm 2$  мм, дальность измерения 40 м. Стоимость данного контроллера на 2019 г. составляет около 8 тысяч рублей.

#### **Вывод:**

Проанализировав имеющиеся данные по всем фирмам можно сказать, что каждый из представленных тахеометров может применяться в кадастровых работах, они все могут обеспечить необходимую точность. В строительстве можно применять тахеометры у которых точность выше 3". Также можно сказать, что роботизированные тахеометры не применяются в кадастровых работах, так как затраты на них нецелесообразны.

Спутниковые приемники также могут применяться в кадастровых работах, но вот в строительстве не все они могут применяться и не во все строительных работах, так как там нужна точность до 1 мм [4].

Лазерные дальномеры представлены только в одной фирме Leica, большинство из них могут применяться как в кадастровых, так и в строительных работах.

Полевые контроллеры имеют все 4 фирмы, но их выбор в некоторых фирмах не велик, но они также все могут применяться как в кадастровых, так и в строительных работах, только контроллеры-планшеты не рекомендуется применять в строительных работах, так как они менее прочные, чем обычные контроллеры.

#### **4.2. Сравнительный анализ стоимостных характеристик геодезического оборудования фирмы Stonex и других фирм**

Таблица 4.10. – Сравнительная таблица по Тахеометрам

1. У фирмы Sokkia стоимость тахеометров составляет 450 тысяч рублей – 2 млн 195 тысяч рублей, при этом компания выпускает роботизированные тахеометры (их стоимость гораздо больше обычных тахеометров от 1 млн рублей).

Точность угловых измерений тахеометров составляет 1" – 5".

Дальность измеренного расстояния:

- на призму до 6 000 – 4 000 м
- на отражающую пленку до 500 м
- в безотражательном режиме до 500 – 1 000 м

В данной фирме можно приобрести тахеометр, который будет удовлетворят точности измерения как в строительстве, так и в кадастровых работах за 450 –600 тысяч рублей.

У фирмы Торсон стоимость тахеометров составляет 340 тысяч рублей – 2 млн 200 тысяч рублей, данная компания также выпускает роботизированные тахеометры.

Точность угловых измерений тахеометров составляет 0.5" – 5".

Дальность измеренного расстояния:

- на призму до 5 000 – 4 000 м
- на отражающую пленку до 500 м
- в безотражательном режиме до 500 – 1 000 м

В фирме Торсон можно приобрести тахеометр, который будет удовлетворят точности измерения как в строительстве, так и в кадастровых работах за 340 –690 тысяч рублей.

Фирма Trimble выпускает тахеометры стоимостью 590 тысяч рублей – 3 млн 900 тысяч рублей и также данная компания выпускает роботизированные тахеометры.

Точность угловых измерений тахеометров составляет 0.5" – 5".

Дальность измеренного расстояния:

- на призму до 5 500 – 2 500 м
- на отражающую пленку до 270 – 1 000 м
- в безотражательном режиме до 150 – 1 000 м

В Trimble приобрести тахеометр, который будет удовлетворят точности измерения как в строительстве, так и в кадастровых работах можно за 590 – 661 тысяч рублей

В фирма Leica выпускает тахеометры стоимостью 450 тысяч рублей – 6 млн 330 тысяч рублей и компания выпускает роботизированные тахеометры.

Точность угловых измерений тахеометров составляет 0.5'' – 7''.

Дальность измеренного расстояния:

- на призму до 10 000 – 3 500 м
- в безотражательном режиме до 500 – 2 000 м

В Leica можно приобрести тахеометр, который будет удовлетворят точности измерения как в строительстве, так и в кадастровых работах за 450 – 900 тысяч рублей.

У фирмы Stonex в настоящий момент времени имеется 7 тахеометров стоимостью от 190 тысяч рублей до 700 тысяч рублей, при этом компания в данный момент времени не выпускает роботизированные тахеометры (их стоимость гораздо больше обычных тахеометров).

Точность угловых измерений тахеометров составляет 1'' – 2''.

Дальность измеренного расстояния:

- на призму до 6 000 – 3 000 м
- на отражающую пленку до 1 200 – 250 м
- в безотражательном режиме до 1 000 – 600 м

Сравнивая с другими фирмами по цене, точности угловых измерений и дальности измеренного расстояния можно сделать вывод, что фирма Stonex имеет преимущество в цене. За 190 тысяч рублей можно приобрести тахеометр, который будет удовлетворят всем требованиям точности как в кадастровых работах, так и в строительстве.

Таблица 4.11. – Сравнительная таблица по Спутниковым приемникам

2. В фирмы Sokkia стоимость спутниковых приемников составляет 275 –520 тысяч рублей.

Приемники содержат число каналов 226.

точность измерения в режиме статики и быстрой статики:

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		89

- в плане  $\pm 3$  мм + 0.5-0.4 мм/км СКП
- по высоте:  $\pm 5$ -4 мм + 0.5 мм/км СКП,

точность измерения в режиме RTK:

- в плане:  $\pm 1$  см + 1-0.8 мм/км СКП
- по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП

В данной фирме можно приобрести спутниковый приемник, который будет удовлетворят точности измерения как в строительстве, так и в кадастровых работах за 275 тысяч рублей.

В фирмы Topcon стоимость спутниковых приемников составляет 360 тысяч рублей –1 млн. рублей.

Приемники содержат число каналов 452 – 226.

точность измерения в режиме статики и быстрой статики:

- в плане  $\pm 3$  мм + 0.8-0.3 мм/км СКП
- по высоте:  $\pm 5$ -4 мм + 0.5 мм/км СКП

точность измерения в режиме RTK:

- в плане:  $\pm 1$ -0.5 см + 1-0.5 мм/км СКП
- по высоте:  $\pm 1,5$ -1 см + 1 мм/км СКП

В данной фирме можно приобрести спутниковый приемник, который будет удовлетворят точности измерения как в строительстве, так и в кадастровых работах за 360 тысяч рублей.

В фирмы Trimble стоимость спутниковых приемников составляет 280 тысяч рублей –1 млн. 200 тысяч рублей.

Приемники содержат число каналов 440 – 72.

точность измерения в режиме статики и быстрой статики:

- в плане  $\pm 3$  мм + 0.5 мм/км СКП
- по высоте:  $\pm 5$ -3.5 мм + 0.5 мм/км СКП

точность измерения в режиме RTK:

- в плане:  $\pm 1$ -0.8 см + 1мм/км СКП
- по высоте:  $\pm 1,5$  см + 1 мм/км СКП

В данной фирме можно приобрести спутниковый приемник, который будет удовлетворят точности измерения как в строительстве, так и в кадастровых работах за 280 тысяч рублей.

В фирмы Leica стоимость спутниковых приемников составляет 420 – 800 тысяч рублей.

Приемники содержат число каналов 555 – 120.

точность измерения в режиме статики и быстрой статики:

- в плане  $\pm 3-5$  мм + 0.5 мм/км СКП
- по высоте:  $\pm 5-10$  мм + 0.5 мм/км СКП

точность измерения в режиме RTK:

- в плане:  $\pm 1-0.8$  см + 1 мм/км СКП
- по высоте:  $\pm 1,5-2$  см + 1 мм/км СКП

В данной фирме можно приобрести спутниковый приемник, который будет удовлетворят точности измерения как в строительстве, так и в кадастровых работах за 490 тысяч рублей.

У фирмы Stonex в настоящий момент времени имеется 18 спутниковых приемников и их стоимость составляет 219 – 767 тысяч рублей.

Приемники содержат число каналов 555 – 120.

точность измерения в режиме статики и быстрой статики:

- в плане  $\pm 3-2.5$  мм + 0.1-1 мм/км СКП
- по высоте:  $\pm 3.5-10$  мм + 0.4-1 мм/км СКП

точность измерения в режиме RTK:

- в плане:  $\pm 1-0.8$  см + 1-0.8 мм/км СКП
- по высоте:  $\pm 1,5-2$  см + 1-1.5 мм/км СКП

Сравнивая с другими фирмами по цене, точности измерения можно сделать вывод, что фирма Stonex имеет преимущество в точности измерения. За 349 тысяч рублей можно приобрести спутниковый приемник, который будет удовлетворят всем требованиям точности как в кадастровых работах, так и в строительстве.

Таблица 4.12. – Сравнительная таблица по Контроллерам

3. В фирмы Sokkia имеется только один контроллер стоимостью 175 тысяч рублей.

- Пыле-влагозащита: IP68
- Время работы: 20 часов
- Температурный режим: от минус 30°C до плюс 60°C

В фирмы Topcon стоимость контроллеров составляет 150 – 290 тысяч рублей.

- Пыле-влагозащита: IP68 – IP67
- Время работы: 12 – 20 часов
- Температурный режим: от минус 30°C до плюс 60°C

В данной фирме можно приобрести контроллер, который будет удовлетворят всеми необходимыми параметрами для работы за 150 тысяч рублей.

В фирмы Trimble стоимость контроллеров составляет 190 – 560 тысяч рублей. Также данная компания выпускает и контроллеры в виде планшетов.

- Пыле-влагозащита: IP68 – IP65
- Время работы: 8 – 30 часов
- Температурный режим: от минус 30°C до плюс 60°C

В данной фирме можно приобрести контроллер, который будет удовлетворят всеми необходимыми параметрами для работы за 190 тысяч рублей.

В фирмы Leica стоимость контроллеров составляет 320 – 410 тысяч рублей. Также имеются контроллеры в виде планшетов.

- Пыле-влагозащита: IP68 – IP65

- Время работы: 8 часов
- Температурный режим: от минус 30-10°С до плюс 60-50°С

В данной фирме можно приобрести контролер, который будет удовлетворят всеми необходимыми параметрами для работы за 320 тысяч рублей.

У фирмы Stonex в настоящий момент времени имеется 9 контролеров и их стоимость составляет 61 – 138 тысяч рублей. Также имеются контроллеры-планшеты, но их стоимость не известна

- Пыле-влагозащита: IP68 – IP65
- Время работы: 8 часов
- Температурный режим: от минус 30-10°С до плюс 60°С

Сравнивая с другими фирмами по цене, времени работы и пыле-влагозащите можно сделать вывод, что фирма Stonex имеет преимущество в цене. За 61 тысяч рублей можно приобрести контролер, который будет удовлетворят всем требованиям.

Таблица 4.13. – Сравнительная таблица по Лазерным дальномерам

4. В фирмы Sokkia, Topcon, Trimble не имеется лазерные дальномеры.

В фирмы Leica стоимость лазерных дальномеров составляет 8 – 90 тысяч рублей.

- точность измерения  $\pm 1 - 2$  мм
- дальность измерения 40 – 300 м
- пыле-влагозащиту IP54 – IP65

В данной фирме можно приобрести лазерный дальномер, который будет удовлетворят по точности за 14 тысяч рублей.

У фирмы Stonex в настоящий момент времени имеется 3 лазерных дальномера от 10 тысяч рублей.

- точность измерения  $\pm 1.5 - 3$  мм

- дальность измерения 40 – 100 м
- пыле- влагозащиту IP54 – IP65

Сравнивая с фирмой Leica по цене, точность измерения и дальность измерения можно сделать вывод, что фирма Leica имеет преимущество в цене, точности и дальности измерения. За 14 тысяч рублей можно приобрести лазерный дальномер, который будет удовлетворят всем требованиям.

Делая общий вывод можно сказать, что компания Stonex имеет преимущество в ценовом диапазоне, в точности измерения как с тахеометрами, так и со спутниковыми приемниками, также у нее есть огромный выбор геодезического оборудования, чем не могут выделиться другие компании.

#### **4.3. Набор геодезическое оборудование фирмы Stonex для строительных работ**

В данном пункте будут представлены 2 набора инструментов для строительных работ, один набор будет представлен с самыми точными геодезическими инструментами, в котором будут представлены приборы для высокоточных работ, другой с самыми дешевыми, в нем приборы будут представлены для точных работ, которые будут удовлетворят точности измерения для строительных работ, в него будут входить электронный тахеометр, спутниковый приемник, полевой контролер и лазерный дальномер.

1. Набор геодезического оборудования сформированный по характеристикам точности.

1) Тахеометр Stonex R2W

Рисунок 4.1. – Тахеометр Stonex R2W

Тахеометр Stonex R2W имеют точность измеренных углов от 1", дальность измеренного расстояния на призму до 6 000 м ± 2.5 мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 1 200 м ± 2 мм и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до 1000 м ± 2 мм, имеют

пыле-влагозащиту IP55, может работать при температуре от минус 20°C до плюс 50°C в течении 12 часов. Стоимость данного тахеометра составляет около 450 тысяч рублей.

## 2) Спутниковый приемник S10A GNSS

### Рисунок 4.2. – Спутниковый приемник S10A GNSS

Данный GNSS приемник содержит 394 канала для приема спутниковых сигналов точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 2.5$  мм + 0.1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 3.5$  мм + 0.4 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8$  см + 0.8 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1.5$  см + 1 мм/км СКП, может работать при температуре от минус 40°C до плюс 65°C в течении 7 – 4 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника составляет около 389-767 тысяч рублей в зависимости от города и магазина.

## 3) Полевой контролер Stonex S4II H/ C

### Рисунок 4.3. – Полевой контролер Stonex S4II H/ C

Полевой контроллер Stonex S4II H/ C имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 20 часов. Стоимость данного контроллера составляет около 61 – 129 тысяч рублей в зависимости от модели. В строительстве будет удобней иметь обычный контроллер, так как контролер-планшет не практичен именно в данном виде работ.

## 4) Лазерный дальномер Stonex M6

### Рисунок 4.4. – Лазерный дальномер Stonex M6

Лазерный дальномер Stonex M6 имеет точность измерения  $\pm 1.5$  мм, дальность измерения 100 м, пыле-влагозащиту IP65. Стоимость данного контроллера не известна (от 10 тысяч рублей).

В данном пункте будут представлены 2 набора инструментов для строительных работ, один набор будет представлен с самыми точными

геодезическими инструментами, другой с самыми дешевыми, который будут удовлетворят точности измерения для строительных работ, в него будут входить тахеометр, спутниковый приемник, полевой контролер и лазерный дальномер.

Итоговая стоимость набора составляет 900 – 1 млн 350 тысяч рублей

2. Набор геодезического оборудования сформированный с позиции стоимости.

1) Тахеометр Stonex R15

Рисунок 4.5. – Тахеометр Stonex R15

Тахеометр Stonex R15 имеют точность измеренных углов от  $2''$ , дальность измеренного расстояния на призму до  $5\ 000\ м \pm 2\ мм$ , дальность измерения расстояния на отражающую пленку до  $800\ м \pm 3\ мм$  и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до  $600\ м \pm 3\ мм$ , имеют пыле-влажностную защиту IP66, может работать при температуре от минус  $20^{\circ}C$  до плюс  $50^{\circ}C$  в течении 36 часов. Стоимость данного тахеометра составляет менее 190 тысяч рублей.

2) Спутниковый приемник S9iA GNSS RTK

Рисунок 4.6. – Спутниковый приемник S9iA GNSS RTK

Данный GNSS приемник содержит 394 канала для приема спутниковых сигналов точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 2.5\ мм + 0.1\ мм/км\ СКП$ , по высоте:  $\pm 3.5\ мм + 0.4\ мм/км\ СКП$ , точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8\ см + 0.8\ мм/км\ СКП$ , по высоте:  $\pm 1.5\ см + 1\ мм/км\ СКП$ , может работать при температуре от минус  $40^{\circ}C$  до плюс  $65^{\circ}C$  в течении 12 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника составляет около 269 тысяч рублей.

3) Полевой контролер Stonex S4II H/ C

Рисунок 4.7. – Полевой контролер Stonex S4II H/ C

Полевой контроллер Stonex S4П Н/ С имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 30°С до плюс 60°С в течении 20 часов. Стоимость данного контроллера составляет около 61 – 129 тысяч рублей в зависимости от модели. В строительстве будет удобней иметь обычный контроллер, так как контролер-планшет не практичен именно в данном виде работ.

#### 4) Лазерный дальномер Stonex M4

Рисунок 4.8. – Лазерный дальномер Stonex M4

Лазерный дальномер Stonex M4 имеет точность измерения  $\pm 1.5$  мм, дальность измерения 100 м, пыле-влагозащиту IP65. Стоимость данного контроллера не известна, но дешевле чем М6 (от 10 тысяч рублей).

Итоговая стоимость набора составляет от 520 тысяч рублей.

#### **4.4. Набор геодезическое оборудование фирмы Stonex для кадастровых работ**

В данном пункте будут представлены 2 набора инструментов для кадастровых работ, один набор будет представлен с самыми точными геодезическими инструментами для точных работ, другой с самыми дешевыми, для стандартных работ, которые будут удовлетворят точности измерения для строительных работ, в него будут входить тахеометр, спутниковый приемник, полевой контролер и лазерный дальномер.

1. Набор геодезического оборудования сформированный по характеристикам точности.

##### 1) Тахеометр Stonex R15

Рисунок 4.9. – Тахеометр Stonex R15

Тахеометр Stonex R15 имеют точность измеренных углов от  $2''$ , дальность измеренного расстояния на призму до 5 000 м  $\pm 2$  мм, дальность измерения расстояния на отражающую пленку до 800 м  $\pm 3$  мм и дальность измерения

расстояния в безотражательном режиме до 600 м ± 3 мм, имеют пыле- влагозащиту IP66, может работать при температуре от минус 20°С до плюс 50°С в течении 36 часов. Стоимость данного тахеометра составляет менее 190 тысяч рублей. Так как в кадастровых работах не нужна такая же точность как в строительстве будет достаточно и такого тахеометра.

## 2) Спутниковый приемник S10A GNSS

### Рисунок 4.10. – Спутниковый приемник S10A GNSS

Данный GNSS приемник содержит 394 канала для приема спутниковых сигналов точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 2.5$  мм + 0.1 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 3.5$  мм + 0.4 мм/км СКП, точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8$  см + 0.8 мм/км СКП, по высоте:  $\pm 1.5$  см + 1 мм/км СКП, может работать при температуре от минус 40°С до плюс 65°С в течении 7 – 4 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника составляет около 389-767 тысяч рублей в зависимости от города и магазина.

## 3) Полевой контролер Stonex UT50 Rugged Tablet (контроллер-планшет)

### Рисунок 4.11. – Полевой контролер Stonex UT50 Rugged Tablet

Полевой контроллер Stonex UT50 Rugged Tablet имеет пыле-влагозащиту IP68, может работать при температуре от минус 30°С до плюс 60°С в течении 12 часов. Стоимость данного контроллера не известна.

## 4) Лазерный дальномер Stonex М6

### Рисунок 4.12. – Лазерный дальномер Stonex М6

Лазерный дальномер Stonex М6 имеет точность измерения  $\pm 1.5$  мм, дальность измерения 100 м, пыле-влагозащиту IP65. Стоимость данного контроллера не известна (от 10 тысяч рублей).

										Лист
										100
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР					

В данном пункте будут представлены 2 набора инструментов для строительных работ, один набор будет представлен с самыми точными геодезическими инструментами, другой с самыми дешевыми, который будут удовлетворят точности измерения для строительных работ, в него будут входить тахеометр, спутниковый приемник, полевой контролер и лазерный дальномер.

Итоговая стоимость набора составляет от 560 тысяч рублей.

2. Набор геодезического оборудования сформированный с позиции стоимости.

1) Тахеометр Stonex R15

Рисунок 4.14. – Тахеометр Stonex R15

Тахеометр Stonex R15 имеют точность измеренных углов от  $2''$ , дальность измеренного расстояния на призму до  $5\ 000\ м \pm 2\ мм$ , дальность измерения расстояния на отражающую пленку до  $800\ м \pm 3\ мм$  и дальность измерения расстояния в безотражательном режиме до  $600\ м \pm 3\ мм$ , имеют пыле-влажностную защиту IP66, может работать при температуре от минус  $20^{\circ}C$  до плюс  $50^{\circ}C$  в течении 36 часов. Стоимость данного тахеометра составляет менее 190 тысяч рублей.

2) Спутниковый приемник S9iA GNSS RTK

Рисунок 4.15. – Спутниковый приемник S9iA GNSS RTK

Данный GNSS приемник содержит 394 канала для приема спутниковых сигналов точность измерения в режиме статики и быстрой статики составляет в плане  $\pm 2.5\ мм + 0.1\ мм/км\ СКП$ , по высоте:  $\pm 3.5\ мм + 0.4\ мм/км\ СКП$ , точность измерения в режиме RTK составляет в плане:  $\pm 0.8\ см + 0.8\ мм/км\ СКП$ , по высоте:  $\pm 1.5\ см + 1\ мм/км\ СКП$ , может работать при температуре от минус  $40^{\circ}C$  до плюс  $65^{\circ}C$  в течении 12 часов. Стоимость данного геодезического спутникового приёмника составляет около 269 тысяч рублей.

3) Полевой контролер Stonex S4II H/ C

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист 102
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

#### Рисунок 4.16. – Полевой контролер Stonex S4II H/ C

Полевой контроллер Stonex S4II H/ C имеет пыле-влагозащиту IP67, может работать при температуре от минус 30°C до плюс 60°C в течении 20 часов. Стоимость данного контроллера составляет около 61 – 129 тысяч рублей в зависимости от модели. В строительстве будет удобней иметь обычный контроллер, так как контролер-планшет не практичен именно в данном виде работ.

#### 4) Лазерный дальномер Stonex M4

#### Рисунок 4.17. – Лазерный дальномер Stonex M4

Лазерный дальномер Stonex M4 имеет точность измерения  $\pm 1.5$  мм, дальность измерения 100 м, пыле-влагозащиту IP65. Стоимость данного контроллера не известна, но дешевле чем M6 (от 10 тысяч рублей).

Итоговая стоимость набора составляет от 520 тысяч рублей.

Итоговая Таблица 4.14. по геодезическим наборам для строительных и кадастровых работа:

Таблица 4.14. – Наборы геодезическое оборудование фирмы Stonex для строительных и кадастровых работ

### Заключение

В данной дипломной работе рассмотрена роль применения современного геодезического оборудования в обеспечении кадастровых работ. Изучено какую информацию можно получить с помощью данного оборудования и какой комплекс геодезических приборов эффективнее применять для получения быстрого и точного результата на объектах недвижимости.

Также были рассмотрены все виды геодезического оборудования фирмы Stonex, которые могут использоваться в производстве кадастровых и

									Лист
									103
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР				

строительных работ, а именно электронные тахеометры, геодезические спутниковые приемники и лазерные дальнометры.

Проведя оценку применения электронных тахеометров, лазерных дальнометров, и геодезических спутниковых приемников при производстве кадастровых работах было выявлено, что в кадастровых работах лучше всего применять спутниковые приёмники, так как они наиболее практичны, повышают производительность при полевых работах, имеют наибольшую степень автоматизации.

Кроме того, спутниковые определения в режиме RTK не требуют взаимной видимости между исходными и определяемыми пунктами, а процесс позиционирования длится всего несколько минут, включая привязку к базовой станции, инициализацию приемника, наблюдения (прием радионавигационных данных от GNSS спутников) и математическую обработку. Координаты определяемых пунктов вычисляются сразу при автоматизированной обработке на станции приемника и могут использоваться при межевании земельных участков, разбивочных работах, съемках.

Исследование показало, что точностным характеристик спутниковых приемников практически приблизились к точностным характеристикам электронных тахеометров. Поэтому, особое внимание в работе уделено геодезическим спутниковым приемниками так как они по сути являются основным геодезическим прибором в современных кадастровых работах.

Исследованы также применения контроллеров и их замена – смартфоны.

В результате анализа геодезического оборудование фирмы Stonex были разработаны рекомендации по применению электронных тахеометров, спутниковых приемников и лазерных дальнометров в кадастровых и строительных работах.

По итогу основным результатом проведённой работы является:

- 1) систематизация по точностным и ценовым характеристикам спутниковых приемников и электронных тахеометров фирмы Stonex;

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		105

2) сформированные наборы геодезического оборудования для применения в кадастровых и строительных работах по ценовому и точностному параметру.

### Библиографический список

1. Брынъ М.Я. Геодезическое обеспечение кадастра объектов недвижимости: учебное пособие / М.Я. Брынъ, В.Н. Иванов, Д.В. Крашеницин. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2011 – 18 с.
2. Ворошилов А.П. Геодезические работы в кадастровой деятельности: учебное пособие / А.П. Ворошилов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, ЦДО, 2011. – 126 с.
3. Ворошилов А.П. Спутниковые системы и электронные тахеометры в обеспечении строительных работ: учебное пособие / А.П. Ворошилов – Челябинск: АКСВЕЛЛ, 2007. – 163 с.

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		106

4. Михелева Д.Ш. Инженерная геодезия: учебник для вузов / Е. Б. Ключин, Иб2 М.И.Киселев, Д.Ш.Михелев, В.Д.Фельдман; Под ред. Д. Ш. Михелева. — 4-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 480 с.
5. Монахова М. А. Методы применения спутниковой системы (проект «Москва») для геодезического обеспечения кадастра объектов недвижимости: автореферат диссертации. – Москва, 2017. – 24 с.
6. Приказ Минэкономразвития России от 01.03.2016 N 90 (ред. от 09.08.2018) «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения и помещения» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.04.2016 N 41712)
7. Приказ Росземкадастра от 15.04.2002 N П/261 «Об утверждении «Основных положений об опорной межевой сети»».
8. СП 126.13330.2012 Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84
9. Федеральный закон от 24.07.2007 N 221-ФЗ (ред. от 06.03.2019) «О кадастровой деятельности»
10. Федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости»
11. Официальный сайт оборудования Stonex – <https://www.stonex.it/>
12. Сайт компания Империя Гео выпускающих геодезическое оборудование разных производителей – <https://imgeo.ru/>
13. Сайт оборудования и программного обеспечения фирмы Stonex – <http://stonex.com.ua/catalog.html>

					21.03.02.111.2019.АСИ-453. ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		107