



Студенттер мен жас ғалымдардың  
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2018»**  
XIII Халықаралық ғылыми конференциясы

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

XIII Международная научная конференция  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2018»**

The XIII International Scientific Conference  
for Students and Young Scientists  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2018»**



12<sup>th</sup> April 2018, Astana

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2018»  
атты XIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2018»**

**PROCEEDINGS  
of the XIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2018»**

**2018 жыл 12 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**

**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2018» атты студенттер мен жас ғалымдардың XIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2018» = The XIII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2018». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2018. – 7513 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-997-6**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-997-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2018

1							
3	63,62	-24,47	88,09	3,47	47,27	0,17	
1							
4	76,81	-10,62	87,43	2,81	38,57	0,15	
1							
5	97,18	0,03	97,15	12,53	154,77	0,16	
1							
6	105,89	19,47	86,42	1,8	24,99	0,17	
1							
7	13,69	-73,74	87,43	2,81	38,57	0,15	
1							
8	20,61	-65,72	86,33	1,71	23,77	0,15	
1							
9	26,78	-59,07	85,85	1,23	17,19	0,15	
2							
0	40,37	-45,13	85,5	0,88	12,35	0,18	
2							
1	56,57	-24,93	81,5	-3,12	-45,94	0,17	
2							
2	69,65	-17,9	87,55	2,93	40,16	0,16	
2							
3	83,45	-3,4	86,85	2,23	30,81	0,16	
2							
4	105,52	20,01	85,51	85,51	33,14	0,14	

### Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Обиралов А.И., Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А. Фотограмметрия.-М.: Колосс, 2002.-240 с.
2. Бруевич П.Н. Фотограмметрия.-М.: Недра, 1990.-285 с.
3. Краткий топографо-геодезический словарь. 3-е изд. под ред. Б.С. Кузьмина.-М.: Недра, 1979.-312 с.

УДК 528.06

## ОСОБЕННОСТИ ПЛАНОВОГО УРАВНИВАНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ХОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Кучеренко Денис Анатольевич**

[denkucherenko@mail.ru](mailto:denkucherenko@mail.ru)

Преподаватель кафедры «Геодезия и картография»

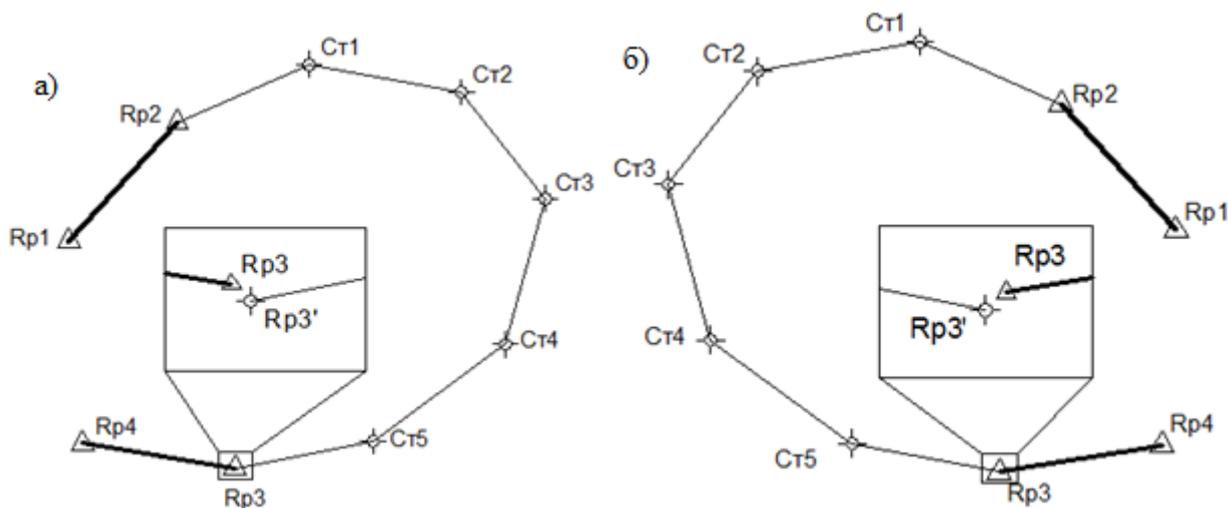
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Создание геодезической опорной сети на площадке строительства или топосъемки является определяющим большинства результирующих показателей дальнейших разбивочных и съемочных операций. Это обусловлено тем, что точность создания основы, достоверность определения координат твердых точек, прямо пропорциональна точности выполняемых геодезических работ, опирающихся на данную основу. Развитие современных геодезических приборов и повышение их точности снижают погрешности измерений, но не могут свести их к нулю, поэтому процесс уравнивания геодезических сетей остается актуальным.

На данный момент существует ряд программных обеспечений, позволяющих значительно автоматизировать процесс камеральной обработки по уравниванию геодезической основы. В данной статье будут рассмотрены и сравнены результаты уравнивания разомкнутых теодолитных ходов с применением Autodesk AutoCAD Civil 3D и CredoDAT. Каждая из этих программ позволяет произвести уравнивание теодолитного хода, но они применяют различные алгоритмы. Принцип действия CredoDAT основывается на методе наименьших квадратов, в то время как Civil 3D задействует альтернативные методы, такие как правило компаса (правило Баудича), правило распределения невязок и правило Крэндалла. Каждый из методов имеет индивидуальный алгоритм:

- правило компаса – принимаются поправки, соответствующие погрешностям невязки, при условии, что эти погрешности вызываются ошибками в наблюдаемых углах в той же мере, как ошибками в измеряемых расстояниях.
- правило распределения невязок – метод уравнивания теодолитного хода, при котором предполагается, что погрешности невязки вызываются в меньшей степени ошибками в наблюдаемых значениях углов, нежели ошибками в измеряемых расстояниях
- правило Крэндалла – метод уравнивания теодолитного хода, при котором вся угловая погрешность распределяется по теодолитному ходу и все корректировки результата теодолитного хода определяются изменением расстояний теодолитного хода. [1]
- метод наименьших квадратов – метод уравнивания теодолитного хода, при котором квадраты разностей между откорректированными и неоткорректированными данными измерений (углы и расстояния) суммируются и сокращаются до минимума. [2]

Для данной статьи были запроектированы три теодолитных хода: только с правыми углами поворота (далее I), только с левыми углами поворота (далее II) и с чередующимися правыми и левыми углами поворота (далее III). При этом все три хода имеют идентичные величины углов поворота ( $\gamma$ ), расстояний ( $S$ ) и приращений невязки  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ , все данные значения приведены в таблице 1.



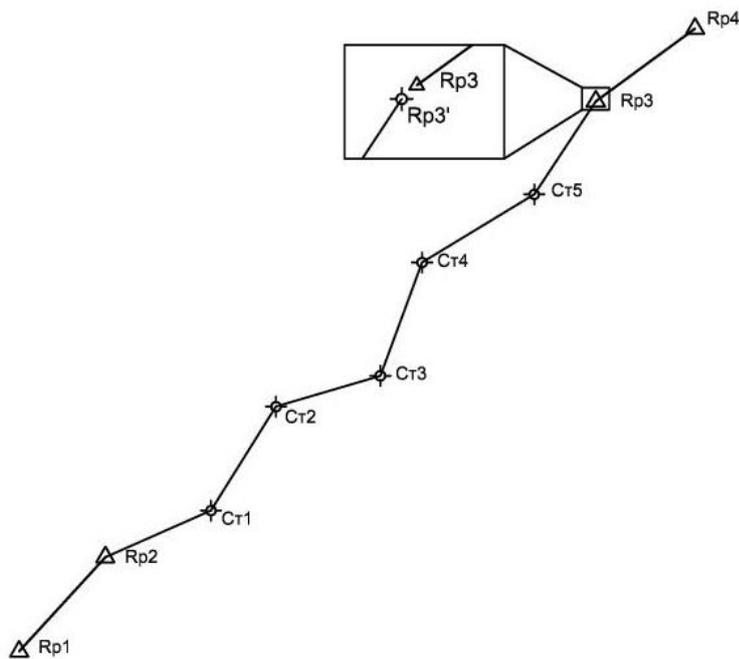


Рис. 1. Запроектированные теодолитные ходы: а – I ход, б – II ход, в – III ход.

Таблица 1. Параметры теодолитных ходов

№	$\gamma$	S, м
Rp1	-	244.591
Rp2	23°50'7"	220.354
Ст1	34°14'30"	235.109
Ст2	41°34'38"	207.514
Ст3	53°18'9"	231.612
Ст4	38°26'58"	250.835
Ст5	25°17'12"	213.994
Rp3	20°24'7"	235.516
Rp4	-	

Как видно из таблицы 1, все расстояния лежат в диапазоне 200-250 м, а углы поворота – 20° - 60°. У каждого хода невязка  $|\Delta X| = 0,134$  и  $|\Delta Y| = 0,148$  м, следовательно,  $\Delta S = 0,200$  м. Относительная погрешность линейных измерений хода равна  $\frac{1}{6795}$ , что, согласно СН РК 1.02-02-2008 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства», соответствует полигонометрии 1 разряда.[3]

В пунктах 5.3.14 и 5.3.15 СН РК 1.02-02-2008 рекомендуется производить обработку результатов полевых измерений при создании (развитии) опорной геодезической сети с применением современных средств вычислительной техники. Уравнивание плановой опорной геодезической сети IV класса и нивелирной сети IV класса должно производиться по методу наименьших квадратов. Геодезические сети сгущения 1 и 2 разрядов допускается уравнивать упрощенными способами. Исходя из этого все три теодолитных хода были уравнены четырьмя методами: методом наименьших квадратов, правилом Баудича, правилом распределения невязок и правилом Крэндалла.

СКП уравненного ходов  $\delta$  и величины поправки  $\Delta S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$  между уравненными и исходными ходами представлены в таблице 2.

Таблица 2. СКП и величины поправки  $\Delta S$  между уравненными и исходными ходами.

№	Правило Баудича			Правило распределения невязок			Правило Крэндалла			Метод наименьших квадратов		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
rp2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ст1	0.032	0.032	0.032	0.034	0.033	0.035	0.015	0.015	0.036	0.018	0.025	0.016
ст2	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.068	0.082	0.082	0.069	0.052	0.048	0.066
ст3	0.098	0.097	0.097	0.098	0.098	0.098	0.155	0.155	0.099	0.083	0.060	0.072
ст4	0.132	0.131	0.131	0.133	0.132	0.129	0.182	0.181	0.126	0.097	0.070	0.130
ст5	0.168	0.168	0.168	0.173	0.173	0.168	0.181	0.181	0.167	0.130	0.094	0.145

rp3'	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
$\delta$	0.129	0.129	0.129	0.131	0.130	0.129	0.151	0.151	0.129	0.113	0.100	0.121

Для наглядности представим полученные результаты в графической форме.

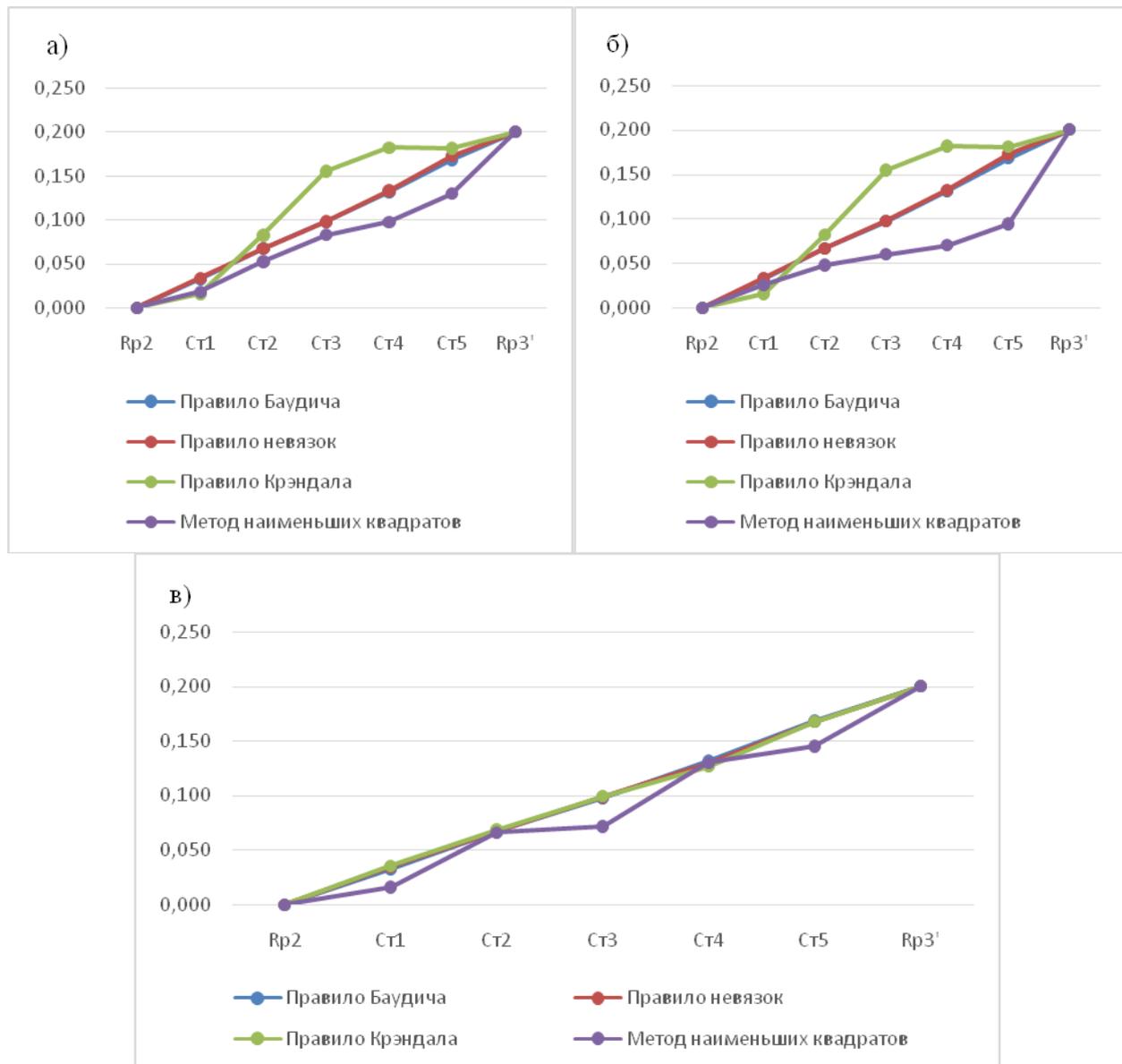


Рис. 2. Графики изменения поправки  $\Delta S$ : а – I ход, б – II ход, в – III ход.

При сравнении первых двух графиков видно, что все три алгоритма Civil 3D не изменили результаты уравнивания при изменении направлений углов поворота и направления невязки (рис. 1), но сохранении их абсолютных величин, а также величин горизонтальных проложений между станциями. При этом правила компаса и распределения невязок показали почти идентичные результаты с  $\delta \sim 0.130$  м, правило же Крэндалла вводит значительно большие величины поправок, в следствии чего, СКП данного метода возрастает до 0.151 м. При применении метода наименьших квадратов СКП уравненных ходов снижается до  $\delta = 0.113$  м и  $\delta = 0.100$  м, соответственно для I и II ходов, кроме того, наблюдается изменение результатов уравнивания при изменении направления невязки и неизменном ее модуле, что свидетельствует о большей эффективности данного метода.

При чередующихся правых и левых углах поворота алгоритмы уравнивания Civil 3D показали почти одинаковые результаты, различия на каждой станции между  $\Delta S$  разных ме-

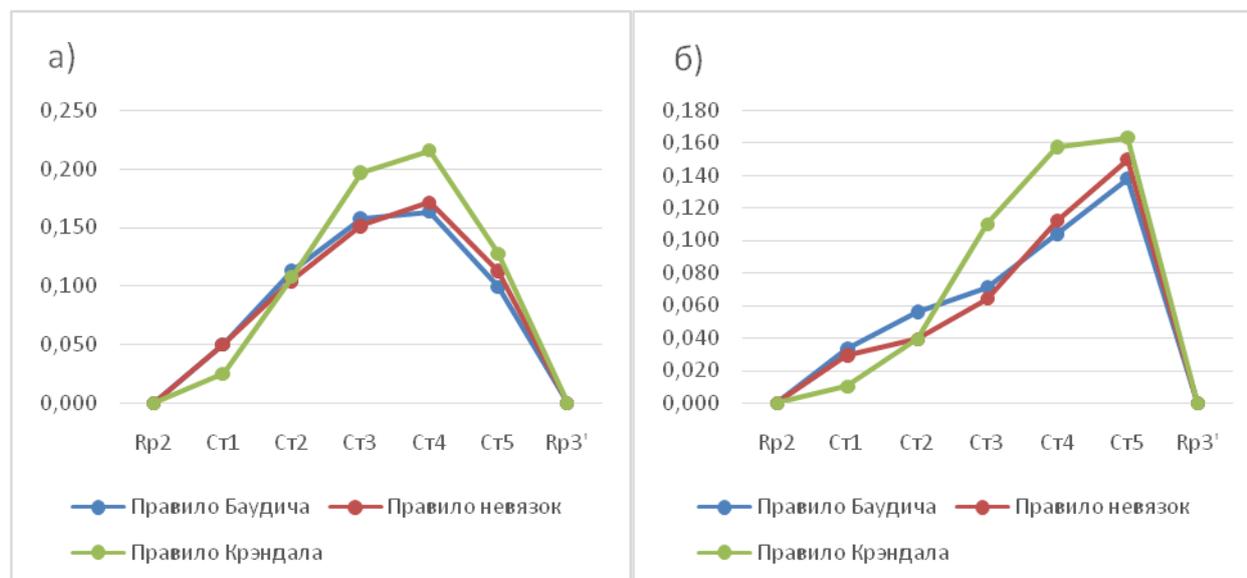
тодов не превышает 5 мм, соответственно СКП каждого метода равно 0.129 м. При применении метода наименьших квадратов величины поправок на станциях с правыми углами поворота (Ст2 и Ст4) совпадают с поправками, рассчитанными ПО Civil 3D, но на станциях с левыми углами поворота (Ст1, Ст3 и Ст5) поправки, принятые в ПО CredoDAT, меньше, чем в результатах других уравниваний. Следовательно, СКП последнего метода ниже и составляет 0.121 м.

Из приведенных выше результатов можно сделать вывод, что наибольшие расхождения между результатами уравнивания наблюдаются при однотипности правых или левых углов поворота на протяжении всего теодолитного хода. Наименьшей погрешностью уравнивания для всех трех случаев показало ПО CredoDAT и применяемый им метод наименьших квадратов.

Теперь рассмотрим на сколько результаты каждого из методов уравнивания ПО Civil 3D отклоняются от аналогичных результатов ПО CredoDAT. В таблице 3, приведенной ниже, указаны значения разности между результатами правил, применяемых в ПО Civil 3D, и методом наименьших квадратов  $\Delta S_{кр} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$  для каждого отдельного хода, а также среднее арифметическое данных отклонений  $\overline{\Delta S_{кр}}$ .

Таблица 3. Величины  $\Delta S_{кр}$  и  $\overline{\Delta S_{кр}}$  между результатами ПО Civil 3D и CredoDAT.

№	Правило Баудича			Правило распределения невязок			Правило Крэндалла		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
rp2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ст1	0.050	0.033	0.016	0.050	0.029	0.020	0.025	0.010	0.021
ст2	0.113	0.056	0.020	0.104	0.039	0.022	0.108	0.039	0.022
ст3	0.157	0.071	0.033	0.151	0.064	0.044	0.197	0.110	0.044
ст4	0.163	0.104	0.041	0.171	0.112	0.041	0.216	0.157	0.041
ст5	0.099	0.138	0.030	0.113	0.149	0.035	0.128	0.163	0.035
rp3'	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$\overline{\Delta S_{кр}}$	0.097	0.067	0.023	0.098	0.066	0.027	0.112	0.080	0.027



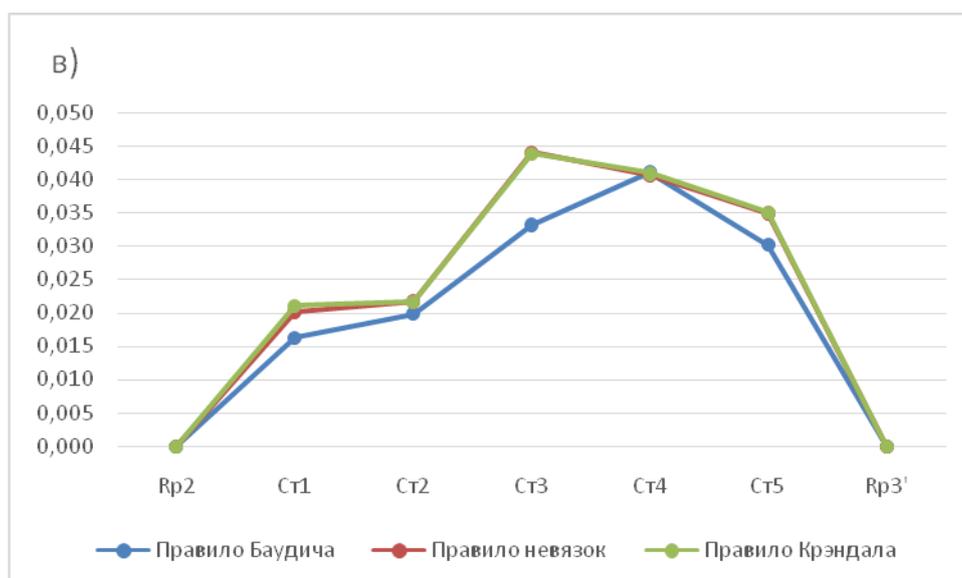


Рис. 3. Графики изменения разности  $\Delta S_{кр}$ : а – I ход, б – II ход, в – III ход.

Как и ожидалось, наименьшим средним арифметическим отклонением из трех методов обладает правило компаса (правило Баудича), так как данный метод подразумевает равные погрешности в измерениях как углов, так и расстояний, в чем полностью совпадает с алгоритмом метода наименьших квадратов. Наибольшими же отклонениями от результатов ПО CredoDAT обладают результаты уравнивания по правилу Крэндалла, что видно из таблицы 3 и графиков. Алгоритм этого метода предполагает наличие погрешностей только в линейных измерениях, полностью отрицая наличие таковых в угловых измерениях, что почти невыполнимо на практике. Следовательно, метод Крэндалла является наименее приемлемым из всех рассмотренных методов уравнивания линейно-угловых сетей.

В данной статье были продемонстрированы результаты уравнивания различных теодолитных ходов четырьмя методами, предоставляемыми современным геодезическим программным обеспечением. Эмпирическим путем были выявлены их преимущества и недостатки, проведено взаимное сравнение их результатов, и итоги представлены в графической и табличной форме. Применение альтернативных методов уравнивания линейно-угловых сетей возможно, хотя достоверность их результатов несколько ниже, чем у традиционного метода наименьших квадратов.

#### Список использованных источников

1. Справочник Autodesk AutoCAD Civil 3D [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://docs.autodesk.com/CIV3D/2013/RUS/>
2. Методическое указание «Комплексное использование возможностей системы CREDO\_DAT 3.0» [Текст] / –Минск, 2001.
3. СН РК 1.02-02-2008 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства»

УДК 528.936.013

### АҚМОЛА ОБЛЫСЫНДАҒЫ АРШАЛЫ – АНАР ЕЛДІ МЕКЕНДЕРІ АРАСЫНДАҒЫ ЖОЛАРНА БӨЛІГІНІҢ КАРТАСЫН ЖАҢАРТУ

Құлжа Айгерім Азаматқызы,  
[gold\\_pr\\_aika@mail.ru](mailto:gold_pr_aika@mail.ru),

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Саулет-құрылыс факультеті  
 «Геодезия және картография» кафедрасының қызметкері, Астана, Қазақстан  
 Қабды Жанбота Мәлікқызы