

ПРОИЗВОДСТВО ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КООРДИНАТ И ВЫСОТ РЕФЕРЕНЦ-СТАНЦИЙ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ТОЧЕК ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ «СЕВЕР-ЮГ», ПЕРЕВАЛ КОК-АРТ

Дуйшонбек кызы Гулжамал, ст. преподаватель кафедры Геодезия и маркшейдерское дело, Кыргызский государственный университет геологии, горного дела и освоения природных ресурсов им. У.Асаналиева, Кыргызстан, 7200001, г. Бишкек, пр. Чуй, 215, e-mail: miss.gulzhamal@bk.ru

Кементурова Нурзада Рахатбековна, преподаватель кафедры Геодезия и маркшейдерское дело, Кыргызский государственный университет геологии, горного дела и освоения природных ресурсов им. академика У.Асаналиева, Кыргызстан 650075, г.Бишкек. пр. Чуй 215, e-mail: nurzadakementurova@gmail.ru

Исаев Болотбек Анваралиевич, ст. преподаватель кафедры «Геодезия и маркшейдерского дела» Кыргызского государственного университета геологии, горного дела и освоения природных ресурсов имени академика У. Асаналиева, Кыргызская Республика, г.Бишкек, пр.Чуй 215. e-mail: bola_86.kg@mail.ru

Аннотация. Транспортные пути сообщения в Кыргызской Республике в большей степени представлены автомобильными дорогами общей протяженностью - 34000 км, включая 18810.0 км - дорог общего пользования и обслуживаемые дорожными подразделениями Министерства транспорта и коммуникаций КР 15190 км - дорог городов, сел, сельскохозяйственных, промышленных и других предприятий. Протяженность автомобильных дорог международного значения составляет 4163,0 км, государственного-5678 км, местного значения-8969.0 км. Из них 38% составляют дороги с асфальтобетонным и черногравийным покрытием, 53% с гравийным покрытием и 9% грунтовых.

Автодорожные тоннели относятся к высокому уровню ответственности 16 с коэффициентом надежности по ответственности 1,1(по ГОСТ Р 54257-2010 п. 9.1)

При строительстве тоннелей большой протяженности, или располагающихся на значительных площадях, как правило, создают главную плановую основу, являющуюся первой ступенью развития обоснования. При этом применяют различные схемы и методы построения опорных геодезических сетей, таких как триангуляция, трилатерация, линейно-угловые, сети, создаваемые спутниковыми методами. Создаваемые опорные сети могут быть свободными, но должны быть привязаны к пунктам государственной или городской (местной) геодезической сети. Для получения исходных координат достаточно иметь привязку, по крайней мере, одного пункта сети. По возможности в сеть включают как можно больше пунктов городской сети, расположенных в районе трассы тоннеля, но при уравнивании используют лишь те из них, ошибки определения которых позволяют принять их в качестве исходных. Точность определения координат пунктов и дирекционных углов геодезической сети, включенных в тоннельную опорную сеть, можно достаточно надёжно проверить в процессе уравнивания результатов измерений в тоннельной сети. Так как при строительстве тоннелей разбивочные работы ведутся и на поверхности и под землёй, опорную сеть целесообразно проектировать на поверхность со средней отметкой поверхности Земли вдоль трассы тоннеля.

Ключевые слова: Референц-станция, тоннель, геодезический пункт, пикет,

PRODUCTION OF SURVEY WORKS FOR DETERMINING COORDINATES AND HEIGHTS OF REFERENCE STATIONS AND SURVEY POINTS FOR CONSTRUCTION OF THE “NORTH-SOUTH” ROAD TUNNEL, KOK-ART PASS.

Duishonbek kyzy Gulzhamal, Senior Lecturer of the Department of Geodesy and Mine Surveying, Kyrgyz State University of Geology, Mining and Development of Natural Resources named after S. U. Asanalieva, Kyrgyzstan, 7200001, Bishkek, Chui Ave., 215, e-mail: miss.gulzhamal@bk.ru

Kementurova Nurzada Rahatbekovna, Lecturer, Kyrgyz State University of Geology, Mining and Natural Resource Development named. academician U. Asanalieva, Kyrgyzstan 720044, Bishkek, Chui 215 Ave., e-mail: nurzadakementurova@gmail.ru

Isaev Bolotbek Anvaralievich, Senior Lecturer, Department of Geodesy and Mine Surveying, Kyrgyz State University of Geology, Mining and Natural Resources Development named after Academician U. Asanaliev, 215 Chui Ave., Bishkek, Kyrgyz Republic. E-mail: bola_86.kg@mail.ru

Abstract. Transport routes in the Kyrgyz Republic are mostly represented by roads. The total length of highways in the Kyrgyz Republic is 34,000 km, including 18810.0 km - of public roads and serviced by road units of the Ministry of Transport and Communications of the Kyrgyz Republic and 15190 km - of roads in cities, villages, agricultural, industrial and other enterprises. The length of highways of international importance is 4163.0 km, of national importance - 5678 km, of local importance - 8969.0 km. Of these, 38% are roads with asphalt and black gravel pavement, 53% with gravel pavement and 9% unpaved.

Road tunnels belong to a high level of responsibility of 16 with a safety factor for responsibility of 1.1 (according to GOST R 54257-2010 clause 9.1)

When building long tunnels, or located on large areas, as a rule, create the main planning basis, which is the first step in the development of justification. In this case, apply various schemes and methods for constructing geodetic reference networks, such as triangulation, trilateration, linear-angular, networks created by satellite methods. Backbones created can be free, but must be tied to the points of the state or city (local) geodetic networks. To obtain the initial coordinates, it is enough to have a reference, at extremely at least one point of the network. Whenever possible, the network includes as many points of the city network located in the area of the tunnel route, but when adjustment, only those of them are used, the errors of determination of which allow you to take them as initial ones. Accuracy of determination of coordinates points and directional angles of the geodetic network included in tunnel support network, can be checked reliably enough in the process equalization of measurement results in the tunnel network. Since during the construction of tunnels, work is carried out both on the surface and underground, the support network is advisable project onto a surface with an average elevation of the Earth's surface along tunnel routes.

Key words: Reference station, tunnel, geodetic point, picket, reconnaissance, leveling, triangulation, GPS receiver, coordinate system.

Введение. Район строительства автодорожного тоннеля находится в Жалал-Абадской области Кыргызской Республики, на перевальном участке (ПК 432+10,00 ч- ПК 469+60,00) проектируемой автомобильной дороги Север-Юг.

В административно-территориальном отношении проектируемый тоннель располагается на территории двух районов Жалал-Абадской области (рис 1.), в Тогуз-Тороуском районе (на северном участке автодороги) и в Сузакском районе (на южном участке автодороги), с условной границей разделения территорий, проходящей по гребню Ферганского хребта и пересекающей трассу тоннеля на ПК 453+20,00.

Ближайшим населенным пунктом со стороны Северного портала тоннеля, является центр Каргалыкского округа и административный центр Тогуз-Тороуского района - село

Казарман (45 км). Со стороны Южного портала тоннеля ближайшим населенным пунктом является село Таран-Базар (46 км), Курманбекского аильного (сельского) округа Сузакского района.

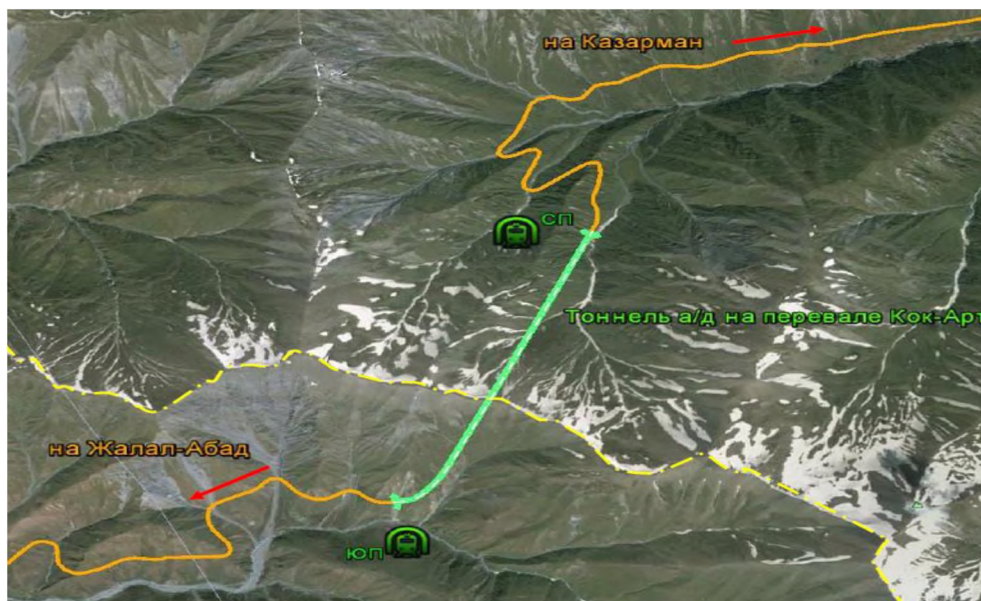


Рис 1. Обзорная схема участка альтернативной автодороги с тоннелем на перевале Кок-Арт.

В соответствии с нормативной Картой сейсмического районирования территории Кыргызской республики участок проектируемого тоннеля находится в 9-балльной сейсмической зоне. Условия строительства – сложные [1,2,5].

Автодорожный тоннель имеет следующие технические характеристики:

- техническая категория автомобильной дороги - II;
- расчетная скорость движения по тоннелю - 60 км/час.
- число полос движения - 2;
- тип покрытия в тоннеле - капитальный (асфальтобетон);
- габарит приближения строений в тоннеле по ГОСТ 24451-80;
- перспективная среднесуточная интенсивность движения автотранспорта на двадцатилетний период — 12 477 авт./сут;
- огнестойкость обделки тоннеля в соответствии со СНиП 32-04-97 (R90).

Южный портал автодорожного тоннеля соответствует ПК469+60,00 автомобильной трассы, Северный портал расположен на ПК432+10,00.

Длина тоннеля без учета припортального комплекса сооружений составляет 3 750 метров. На каждом портале припортальный комплекс сооружений длиной 38,5 вынесен в выемку, за пикет портала.

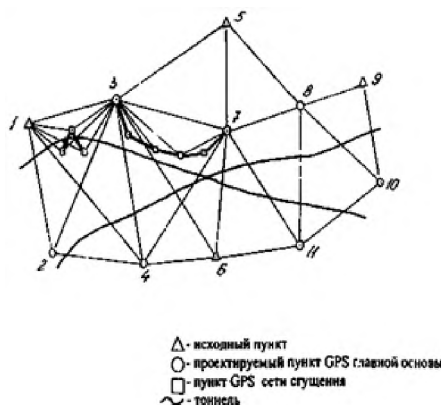


Рис 2. Схема тоннельной геодезической основы

Целевое назначение выполненных работ – определение координат и высот 7 референц-станций: 4 референц-станции на северном портале (входе) туннеля и 3 референц-станции на южном портале (выходе) туннеля на участке дороги город Балыкчи – город Джалал-Абад и 11 геодезических точек (по 6 точек со входа туннеля и 5 точек с выхода туннеля рис 2.) на альтернативной дороге «Север-Юг», перевал Кок-Арт, для строительства туннеля.

Работы выполнены в СК WGS-84 (ITRF) и СК-42 с последующим перевычислением координат в СК-63 и в условную систему координат.

Система высот Балтийская 1977 года [8, 7].

Перечень выполненных работ

Таблица 1

№ пп	Процессы работ	Единица измерения
1	2	3
1	Обследование геодезических пунктов	пункт
2	Рекогносцировка: - опорных пунктов - определяемых точек	пункт точка
3	Закладка центров геодезических точек на концах портала: тип 99 тип 158 тип зт	центр центр центр
4	GPS-измерения: определение координат и высот на опорных пунктах и точках	пункт точка
5	Перевычисление координат из СК WGS-84 (ITRF) в СК-42, из СК-42 в СК- 63	пункт точка
6	Составление технического отчета	отчет

Топографо-геодезические работы прошлых лет, связь с ними и исходные данные

На территории объекта и вблизи его границ ранее были выполнены следующие работы:

- Работа № 1 – Триангуляция 2 и 3 классов на объекте «Нарын» (12-180), проложенная в 1959-1963 годах Предприятием № 12.
- Работа № 2 – Триангуляция 3 и 4 классов, полигонометрия 4 класса на объекте «Кок-Янгакский» 19.01.0364, проложенные в 1982-1984 годах Предприятием № 19.
- Работа № 3 – Нивелирование I класса по линиям Нарын-с. Октябрьское, Нарын-пер. Торугарт 19.03.0576, выполненное в 1986-1988 годах Предприятием № 19.
- Работа № 4 – Производство геодезических работ по определению координат и высот геодезических референц точек на альтернативной дороге «Север-Юг», перевал Кок-Арт на объекте «Альтернативная дорога «Север-Юг», перевал Кок-Арт» 19.01.03.1826Д, выполненных в 2014 году ККАГЭ Госкартографии [8,10].

Обследование геодезических пунктов и нивелирных знаков

На объекте было выполнено обследование 2 пунктов триангуляции 3 и 4 классов работ № 1, 2 и 5 нивелирных знаков I класса работы № 3.

Целью обследования являлась проверка сохранности пунктов, их состояния и возможность использования в качестве исходных для определения координат и высот. В процессе обследования проверялось состояние центров и внешнего оформления. Уточнялось

описание местоположения пунктов. Измерялось расстояние от центра пункта до уровня земли.

Отыскание пунктов выполнялось по координатам с помощью GPS-навигатора, а также визуально (по внешним признакам) и инструментально (промерами расстояний от ориентиров при помощи 50-ти метровой рулетки) [7].

При обследовании пунктов центры не вскрывались. Типы центров определены путем внешнего осмотра и уточнены по ранее выполненной работе [13,14].

Список исходных геодезических пунктов и нивелирных знаков, участвующих в трансформации СК WGS-84 (ITRF)

Таблица 2

№№ пп	Название или номер	X	Y	H
1	345nnp	1 361 491,4440	4 615 537,4990	4 174 632,6360
2	9756nnp	1 353 896,1100	4 616 644,3080	4 176 120,7910
3	Chetbulakptr	1 328 601,0110	4 616 740,7560	4 184 345,9550
4	Oikainsevptr	1 327 473,7980	4 611 736,0660	4 189 450,3980
5	1243nnp	1 330 909,7450	4 617 768,0160	4 182 036,7490
6	1231nnp	1 353 093,8990	4 616 346,4070	4 176 759,4770
7	5137nnp	1 330 913,1000	4 617 795,4560	4 182 006,5800
8*	R1	1 344 541,9210	4 618 564,9937	4 177 951,7698
9	R2	1 344 854,7900	4 618 603,8564	4 177 749,8148
10	R3	1 345 030,1811	4 618 535,8970	4 177 750,9178
11	RP1	1 342 299,0229	4 616 574,0244	4 180 805,5201
12	RP2	1 341 944,4358	4 616 178,7071	4 181 232,3873
13	RP3	1 341 540,8831	4 615 575,1173	4 181 780,6702
14	REFKitai	1 341 168,0843	4 615 570,4599	4 181 852,0471
15	REF	1 345 962,9693	4 618 063,4441	4 177 771,0889

При трансформировании координат из СК WGS-84(ITRF) в СК-42 использовались пункты №№ пп 8-15 работы № 4.

Закладка пунктов полигонометрии 1 разряда и геодезических точек

Перед закладкой на объекте выполнена рекогносцировка мест расположения пунктов с учетом специфики спутниковых измерений. Рекогносцировкой определено местоположение 7 референц-станций (использовались геодезические пункты и нивелирные знаки, приведенные в таблице 3), 5 пунктов полигонометрии 1 разряда, 6 геодезических точек [5].

Список исходных геодезических пунктов и нивелирных знаков

Система координат 1963 года

Система высот Балтийская 1977 года

Таблица 3

№ № пп	Название или номер пункта, тип знака, класс, тип центра	№ работы	Высота пункта над уровнем моря, м	Источник, откуда выписаны исходные данные
1	2	3	6	7
1	Ойкаин Сев., пир. 4 кл., 5,8 м тип 146	2	1 560,299	Каталог координат и высот пунктов триангуляции 2, 3 и 4

2	Четбулак, п. трианг. кл., тип 1	3	1	2 041,199	классов в системах СК-42, СК-95 на лист карты масштаба 1:200 000 К-43-XXVI (Джалал-Абад), г. Бишкек с последующим перевычислением координат из СК-42 в СК-63
3	345, грунт. реп., I класс, тип М		3	1 699,905	Координаты и высоты определены в результате наблюдений на объекте «Альтернативная дорога «Север-Юг», перевал Кугарт» 19.01.03. 1878Д
4	1231, фонд. реп., I класс, тип 161		3	1 899,525	
5	1248, фонд. реп., I класс, тип М		3	1 741,950	
6	5137, фонд. реп., I класс, тип 161		3	1 742,606	
7	9756, фонд. реп., I класс, тип 160 оп.		3	1 864,415	

При рекогносцировке пунктов, на которых предполагалось выполнять спутниковые измерения, проверялось выполнение следующих условий:

- отсутствие вблизи пункта (до 1-2 км) мощных источников излучения;
- большая часть горизонта вокруг пункта не должна иметь препятствий выше 15°;
- обеспечение долговременной сохранности центра;
- обеспечение удобного подъезда, доступа к пункту;
- отсутствие отражающих поверхностей вблизи пункта, которые могут создать многопутность;
- обеспечение места установки штатива устойчивостью на время выполнения измерений;
- безопасность производства работ;
- расстояние от референцной точки до мобильных станций не должно быть более 19.5 км.

Пункты полигонометрии 1 разряда на местности закреплены центрами: тип 99 - 1 пункт, тип 158 - 4 пункта.

Пункты геодезических точек закреплены центрами: тип зт - 6 пунктов.

Все центры оформлены П-образной окопкой. Места расположения пунктов выбраны с учетом долговременной сохранности центров, легкой доступности к ним, а также прямой видимости между двумя смежными пунктами.

На все вновь заложенные пункты составлены кроки закладки и сняты оттиски марок верхнего центра [7].

Определение координат и высот пунктов полигонометрии 1 разряда и геодезических точек

При рекогносцировке пунктов, на которых предполагалось выполнять спутниковые измерения, проверялось выполнение следующих условий:

- отсутствие вблизи пункта (до 1-2 км) мощных источников излучения;
- большая часть горизонта вокруг пункта не должна иметь препятствий выше 15°;
- обеспечение долговременной сохранности центра;
- обеспечение удобного подъезда, доступа к пункту;
- отсутствие отражающих поверхностей вблизи пункта, которые могут создать многопутность;
- обеспечение места установки штатива устойчивостью на время выполнения измерений;

- безопасность производства работ;
- расстояние от референционной точки до мобильных станций не должно быть более 19.5 км.

Координаты и высоты пунктов полигонометрии 1 разряда и геодезических точек определялись из GPS-измерений с использованием 4-х GPS- приемников фирмы «Торсон Нiper Vi» (Рис 3) №№ 1143-12434, 1143-12470, 1143-12404, 1143-12458.



Рис 3. Роверный комплект TOPCON HiPer V

Все геодезические приборы, использованные в процессе выполнения геодезических работ, прошли соответствующую проверку и были допущены к использованию для выполнения данного вида работ. GPS приемники удовлетворяют требованиям по точности измерений. Средняя квадратическая ошибка определения координат в зависимости от режима измерений для GPS- приемников фирмы «Торсон Нiper V» приведена в таблице 4.

Таблица 4

Модель спутникового оборудования	Средняя квадратическая ошибка определения координат в зависимости от режима измерений	
	Статика	Кинематика
«Торсон Нiper V»	план 5мм + 0,5мм/км высота 10мм + 0,5мм/км	план 10мм + 1мм/км высота 20мм + 1мм/км

Обработка измерений выполнялась непосредственно на объекте с использованием программного обеспечения для GPS-данных Magnet Tools фирмы Торсон.

GPS –измерения на объекте выполнялись в режиме «Быстрая статика». Координаты пунктов полигонометрии 1 разряда и геодезических референц точек определялись радиальным методом. Для этого на объекте определены 7 референц станции. Референционные станции закреплены на местности закладной точкой и оформлена квадратной окопкой. GPS-приемник устанавливался над точкой на штативе и центрировался оптическим методом. Наблюдения на референционной станции велись непрерывно в течение всего рабочего времени. Время наблюдений на мобильных станциях составляло не менее:

60 минут при удалении от референц-станции до 5 км.

60 минут при удалении от референц-станции до 10 км.

90 минут при удалении от референц-станции до 15 км.

120 минут при удалении от референц-станции до 20 км.

При этом значение GDOP во время наблюдений не превышало 8. Наибольшее удаление мобильной станции от референционной составило 18.3 км.

Аппаратура «Торсон Нiper V» обеспечивает определение координат точек в системе WGS-84(ITRF). В качестве инициализационных (исходных) пунктов в системе координат WGS-84 (ITRF) на объекте использовались пункты триангуляции GPS-сети I порядка п. трианг. 3 кл. Четбулак и п. трианг. 4 кл. Ойкаин Сев [9].

Окончательная обработка результатов измерений - получение координат в СК-42 и

высот в Балтийской системе высот 1977 года - выполнялась непосредственно в поле. Трансформирование координат из СК WGS-84(ITRF) в СК-42 выполнялось по параметрам трансформации, определенных на основе пунктов ГТС, расположенных в районе работ и имеющих координаты в обеих системах (СК WGS-84(ITRF) из GPS-измерений, СК-42 и Балтийской системе высот 1977 года – из каталога).

Выводы

Геодезическая система координат позволяет однозначно определять положение точки в пространстве тремя величинами: геодезической широтой, геодезической долготой и геодезической высотой. В этой системе за основную координатную поверхность, на которой определяется плановое положение точек Земли, принимается поверхность референц-эллипсоида.

Ведение геодезических работ с помощью спутникового оборудования значительно увеличивает производительность труда геодезиста. Сантиметровый уровень точности определения координат может быть достигнут гораздо быстрее. Спутниковые методы позволяют вести геодезические работы круглосуточно, в любую погоду, а также при отсутствии прямой видимости между точками. Целесообразно применение для построения сетей спутниковых методов с использованием систем *ГЛОНАСС* и *GPS*.

На данный момент в Кыргызской Республике установлены 19 референчных станций, 6 из которых обеспечивают покрытие Чуйской области, 8 станций установлены в южных регионах и 5 в Иссык-Кульской и Нарынской областях. В 25 офисе местных регистрационных органов внедрены новые методы кадастровых съемок с применением современных GPS/GNSS приемников [9].

Создан центр управления референчной GNSS сетью “KYRPOS”, который работает на базе программного обеспечения Leica GNSS Spyder. Центр предназначен для централизованного управления референчными станциями и формирования сетевых спутниковых дифференциальных поправок, от сети базовых станций, для пользователей полевых GNSS приемников [8].

Выгоды, которые получит Кыргызская Республика от строительства альтернативной дороги Север-Юг, заключаются в следующем:

1. Будет создан дополнительный непрерывный автотранспортный маршрут между Севером и Югом страны, который географически разделен от имеющегося маршрута Бишкек-Ош горными хребтами. Данный маршрут будет пролегать в большой отдаленности от линии государственных границ с соседними государствами, что важно для безопасности страны.
2. Будет обеспечен доступ к месторождениям полезных ископаемых и освоению земель и сельскохозяйственных угодий в районах, что представляет большой интерес для местного населения и инвесторов, которые заинтересованы в переработке сельскохозяйственной продукции.
3. Соединение данной дороги с дорогами Казахстана и России на севере страны и Таджикистана - на юге, позволит создать сквозной транзит..
4. Создание сквозного транзита по маршруту Россия-Казахстан-Кыргызстан-Таджикистан в обход Республики Узбекистан позволит стране выйти из транспортного тупика при сохранении экономической самостоятельности и выполнения обязательств в рамках СНГ.

Список использованных источников

1. Инженерно – геодезический отчет Министерство Транспорта и Коммуникаций Кыргызской Республики. Объект: «Строительство альтернативной дороги «Север-Юг», перевал Кугарт» г. Бишкек – 2015 г. -24 с.
2. Проектная документация

«Проект организации строительства» «Автомобильный тоннель» Книга 1 «Текстовая часть» 318-ПОС.ТА.ПЗ Том 3 .Кыргыздортранспроект, Бишкек, 2014.-95 с

3. ВСН 160-69. «Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей», М.,ОРГТРАНССТРОЙ, 1970г.

4. Временная инструкция по обследованию и восстановлению пунктов и знаков государственной геодезической и нивелирной сетей СССР, изд. 1970 года. 20 с.

5. «Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей», Москва, изд. 1993 года. 106с.

6. “Основные положения по созданию топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500”, изд.1979 года.

7. Дыйканбаева, У. М. Повышения качества поверхностного слоя просверленных отверстий / У. М. Дыйканбаева, Н. А. Рагрин // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2021. – № 2(58). – С. 25-31. – EDN WFERTX.

8. Шакенова, Ж. Н. Определение минимальной точки прогиба нежёсткого вала программным способом / Ж. Н. Шакенова, А. П. Муслимов, Е. Р. Ким // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2020. – № 1(53). – С. 18-23. – EDN KZLLVH.