

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОДИНАМИКИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Борис Тимофеевич Мазуров

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (383)343-29-11, e-mail: btmazurov@mail.ru

Динара Аманбековна Абжапарова

Ошский государственный университет, 714000, Киргизия, г. Ош, ул. Ленина, 331, доцент, тел. (996-03-222)5-46-65, e-mail: 0777859505@mail.ru, моб. тел. (996)777-85-95-05

Центральная Азия является активным геодинамическим регионом. Кроме природных, на геодинамику влияют техногенные причины. Актуальными являются вопросы организации мониторинга геодинамики, математической обработки геодезических наблюдений, а также определения оптимальной геодезической проекции.

Ключевые слова: Центральная Азия, геодинамика, геодезия, оптимальная проекция.

THE STUDY OF CENTRAL ASIA GEODYNAMICS GEODETIC METHODS

Boris T. Mazurov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Department of Physical Geodesy and Remote Sensing, professor, Ph. D, tel. (383)343-29-11, e-mail: btmazurov@mail.ru

Dinara A. Abjaparova

Osh state university, 714000, Kyrgyzstan, Osh, Lenina, 331, Assistant professor, tel. (996-03-222)5-46-65, e-mail: 0777859505@mail.ru, mob. tel. (996)777-85-95-05

Central Asia is an active geodynamic region. In addition to natural on geodynamics influenced by anthropogenic causes. Matters relating to the organization of monitoring of geodynamics, mathematical processing of geodetic observations, as well as the optimal geodesic projection.

Key words: Central Asia, geodynamics, geodesy, the optimal projection.

Регин Центральная Азия (ЦА) (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан) имеет сложный контрастный рельеф и очень интересен для изучения внутриконтинентальной геодинамики. Активные современные геодинамические процессы, связанные с продолжающимся горообразованием на значительной части территории Азии, обуславливают высокую сейсмичность этого региона.

Следствия повышенной геодинамической активности выражены в частом возникновении в Центральной Азии природных бедствий, таких как землетрясения, наводнения, оползни, прорывы ледниковых озер, сели, засухи и др. Влияние оказывают техногенные причины: инженерная деятельность, разработка месторождений полезных ископаемых [1-3]. Происходящие природные

и природно-техногенные бедствия влекут за собой гибель людей, материальные и экономические потери, создают экологические проблемы, и имеют сильное негативное воздействие на устойчивое развитие и благосостояние общества в Центральной Азии.

Мониторинг геодинамики должен включать сейсмические, геодезические, геоэлектрические и гидрометеорологические наблюдения. Большое значение приобретают дистанционные методы исследований, спутниковые изображения с высоким разрешением [4-6], а так же радарные и интерферометрические данные [7], за счет чего увеличиваются площади, охваченные мониторингом окружающей среды и геодинамических процессов.

Главной целью является создание системы быстрого реагирования и раннего оповещения при возникновении любых типов опасности, таких, как землетрясения, оползни [8, 9], гидрометеорологические опасности, или вызванные антропогенным воздействием на окружающую среду. Важным моментом в проведении данных работ будет разработка методик математического моделирования и идентификации напряженно-деформированного состояния геодинамических систем в аспекте прогноза природных и техногенных катастроф [10, 11].

Отметим регион бассейна реки Сары-Джаз, включающий крупнейший ледник Энилчек, являющийся одним из крупных источников пресной воды и потенциальным источником для гидроэнергетики в регионе. Кроме того, бассейн реки Сары-Джаз представляют собой обширную базу для развития цветной и полиметаллической металлургии. Сконцентрированные здесь крупные месторождения олова, вольфрама, меди, свинца, молибдена, полиметаллов, тантала представляют значительную промышленную ценность. Необходимо продолжить исследования по оценке развития опасных природных процессов и явлений, как в целом по бассейну реки Сары-Джаз, так и на потенциальных участках размещения створов будущих плотин ГЭС. Регион Чуйской и Иссык-кульской впадин, где расположены наиболее крупный город Бишкек и курортно-туристическая зона международного значения, требует особого подхода при разработке мер по снижению сейсмического риска, антропогенной нагрузки.

Территория горного обрамления Ферганского бассейна и внутреннего Тянь-Шаня, представляет собой наиболее густонаселенную область в Центральной Азии, подверженную многочисленным рискам природных катастроф (землетрясения, оползни, паводки и сели). Оползневые процессы на территории Кыргызстана и соседних Центрально-Азиатских стран имеют широкое распространение из-за преобладания горного рельефа. Оползневые явления представляют собой значительную часть зарегистрированных природных катастроф на территории Кыргызской Республики.

Перечисленные регионы представляют особую важность для изучения вероятности возникновения как природных, так и природно-техногенных стихийных бедствий, и имеют большое значение для рационального водоснабжения в Кыргызстане и на прилегающих территориях в Узбекистане, Казахстане, и Синьцзянском автономном районе Китая, для планирования крупномас-

штабных технических проектов в регионе таких, как каскады гидроэлектрических станций, высоковольтные линии электропередач, водохранилища, транспортные железнодорожные и автодорожные системы и другие перспективные планы, которые влияют на социально-экономическое развитие и благосостояние населения стран Центральной Азии.

В Кыргызстане геодинамические исследования ведутся в Центрально-Азиатском институте прикладных исследований Земли (ЦАИИЗ). Накапливаются сведения о поверхностных деформациях по данным космической геодезии и дистанционного зондирования. Обнадеживающие предварительные результаты получены при сопоставлении данных GNSS и сейсмологии в районе бассейна реки Сарыджаз). Применение методов космической геодезии [12] позволяет оценить деформационный процесс земной коры. Научная станция Российской академии наук в г. Бишкек (НС РАН) проводит регулярные измерения GPS сети Центральной Азии [13].

Остается актуальной тема преобразований координат с необходимой точностью для любых расстояний на поверхности эллипсоида. Продолжаются исследования математических преобразований и реализаций алгоритмов с учетом возможностей современных компьютеров. В этом аспекте выделяются фундаментальные исследования Lee L.P., Karney C.F.F. [14]. Этими авторами заявлено, что реализации алгоритмов для поперечной проекции Меркатора позволит достичь точности близкой к машинной точности. Первый алгоритм основывается на точных уравнениях Томпсона и Ли, а другой использует метод Крюгера для проекции более высокого порядка. Точный метод обеспечивает точность 9 нм на весь эллипсоид, в то время как ошибки при использовании второго метода менее 5 нм в 3900 км от центрального меридиана. Скорость алгоритмов является конкурентоспособной с другими менее точными алгоритмами. В [15] предложен вариант повышения точности формулы масштаба в проекции Гаусса – Крюгера для двенадцатиградусных зон путем выделения в ней сферических членов. После упрощения этой формулы результаты определяются с точностью по десятым долям миллиметра.

В Кыргызстане, как и в других республиках СНГ (Казахстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан) введена новая система координат СК-95. Система координат 1942 г. (СК-42) по точности, качеству, однородности координат значительно уступает новой системе координат СК-95. В отличие от СК-42, СК-95 пригодна для мобильного использования в спутниковой технологии и технике систем измерений GPS, ГЛОНАСС [15].

Путей распространения координат много, но с учетом сложившихся обстоятельств дефицита времени, кадров, компьютеров придется выбирать какой-то компромиссный вариант на весь «переходный период». Точность геодезических сетей городов и республики в целом предопределяют качество и надежность многих других проектов, задач, связанных с земельным кадастром, навигацией, устойчивым развитием территорий.

Одномоментный переход на новую систему координат СК-95-затруднен по многим причинам. Одна из причин – необходимо перевычисление всех катало-

гов координат высоты на всю территорию КР. Подготовка каталогов координат – ответственная и трудоемкая работа. Для ее выполнения нужно знать нормальные высоты пунктов АГС. Ранее нормальные высоты были получены в большей части из результатов геодезического нивелирования. Так как 80% территории Кыргызской Республики – горы, геодезическое нивелирование осуществлялось «пообъектно» [16].

Сегодня появилась возможность улучшить результаты геодезического нивелирования как за счет новых непосредственных GPS – определений (X, Y, Z, H), новых нивелирных работ с привязкой пунктов АГС, так и за счет большего использования: пунктов АГС, имеющих отметки из геометрического нивелирования, используя «межобъектовый» принцип уравнивания геодезического нивелирования. В этой проекции Кыргызстан изображается на одном месте масштаба 1:1000000. Но, для решения инженерно-геодезических задач на данную территорию потребуются подготовить и издать 3072000 планшетов масштаба 1:500 с графической точностью 0,05м, такую точность геодезические сети республики обеспечивают. Однако, проекция Гаусса-Крюгера дает больше линейных и угловых искажений, особенно на краях 6° и 3° зон, порядка 0,20 мм на 1 км. Поэтому, предлагается использовать вторую проекцию с пренебрегаемо малыми искажениями для решения инженерно-геодезических задач в народном хозяйстве, с точной математической связью с государственной проекцией Гаусса-Крюгера [17].

По нашему мнению, такой проекцией может стать конформная стереографическая проекция в определении Гаусса. Она может в двое меньше исказить, чем государственная проекция Гаусса-Крюгера. Тогда все инженерно-геодезические сети сгущения могут использоваться без редуцирования их на плоскость и наоборот, что дает значительный экономический эффект. Связь с GPS и ГЛОНАСС устанавливаются рабочими формулами и программами по современным параметрам Земли ПЗ-90 как по прямоугольным, так и по геодезическим координатам с необходимой точностью.

Мониторинг геодинамики обязательным образом включает прогнозирование. Собственно, именно прогнозирование является главной целью всех мониторинговых инструментальных исследований. И, конечно же, важным является корректная математическая обработка пространственно-временных рядов геодезических измерений [10]. Создание новых и усовершенствование имеющихся алгоритмов обработки также необходимы для обеспечения надежного исследования геодинамики Центральной Азии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Панжин А.А., Мазуров Б.Т., Силаева А.А. Визуализация характеристик деформационных полей по данным геодезических наблюдений // Проблемы недропользования, ИГД УрАН. – Екатеринбург, 2015. – № 3.– С. 13–18.
2. Мазуров Б.Т., Панжин А.А., Силаева А.А. Организация системы наблюдений за сдвигами на Коркинском техногенном полигоне // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 29–33.

3. Мазуров Б.Т., Дорогова И.Е., Дербенев К.В. Горизонтальные движения земной коры вращательного характера, наблюдаемые на геодинимических полигонах // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 1. – С. 232–236.
4. Мазуров Б.Т., Хамедов В.А., Князьков А.С. Опыт использования космических снимков с космических аппаратов типа "Канопус-В" и "БКА" для обнаружения участков нефтяных загрязнений на месторождениях Западной Сибири // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 179–183.
5. Хамедов В.А., Мазуров Б.Т. Разработка методических вопросов создания системы спутникового мониторинга состояния лесных экосистем в условиях воздействия нефтегазового комплекса территории Западной Сибири // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 3 (31). – С. 16–31.
6. Хамедов В.А., Мазуров Б.Т. Оценка точности определения площадей лесных рубок с использованием снимков с российского космического аппарата "Ресурс-П" №1 // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 4 (32). – С. 42–50.
7. Спутниковый радарный интерферометрический мониторинг подработанных территорий Карагандинского угольного бассейна / Ф.К. Низаметдинов, Д.В. Мозер, Н.И. Гей, А.С. Туякбай, А.Д.Каранеева // Геоматика. – 2014. – №4. – С. 70–78.
8. Хорошилов В.С., Павловская О.Г. Методика выделения однородных оползневых зон по результатам геодезических наблюдений вертикальных перемещений осадочных реперов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 5. – С. 31–34.
9. Хорошилов В.С., Павловская О.Г., Носков М.Ф. Анализ и оценка по геодезическим данным динамики оползней в условиях проведения взрывных работ и разгрузки склонов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4. – С. 19–24.
10. Мазуров Б.Т., Панкрушин В.К., Середович В.А. Математическое моделирование и идентификация напряженно-деформированного состояния геодинимических систем в аспекте прогноза природных и техногенных катастроф // Вестник СГГА. – 2004. – Вып. 9. – С. 30–35.
11. Мазуров Б.Т. Поля деформаций Горного Алтая перед Чуйским землетрясением // Геодезия и картография. – 2007. – № 3. – С. 48–50.
12. Mozer D.V., Nizametdinov F.K., Toleubekova Zh.S., Development of methodology for reducing errors of GPS measurements and its approbation in the open pits of Kazakhstan Life Science Journal. –2014. – 11(12s). – P.814-820.
13. Зубович А.В., Макаров В.И., Кузиков С.И., Мосиенко О.И., Щелочков Г.Г. Внутриконтинентальное горообразование в Центральной Азии по данным спутниковой геодезии. // Геотектоника. – 2007. – № 1. – С.16–29.
14. Karney, C.F.F. 'Transverse Mercator projection with an accuracy of a few nanometres', Journal of Geodesy August 2011. – Volume 85. – P. 475-485.
15. Макаров А.П., Исследование формулы масштаба в проекции Гаусса – Крюгера для 12-градусных координатных зон // Геодезия и картография. – 2014. – № 9. – С. 2–4.
16. Абжапарова Д. А. Математическая обработка инженерных геодезических сетей в стереографической проекции Гаусса // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 27–32.
17. Абжапарова Д. А. Разработка оптимальной проекции и системы координат для инженерно-геодезических работ Кыргызстана // Вестник ОшГУ. – 2012. – С. 209–213.

© Б. Т. Мазуров, Д. А. Абжапарова, 2016