

**ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ
ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
PRINCIPLES OF ENSURING THE ACCURACY OF GEODESIC WORKS
IN THE RECONSTRUCTION OF HIGHWAYS**

Пеньков В.А., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Penkov V.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Морковин В.А., кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Morkovin V.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Стородубцева Т.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Storodubtseva T.N., Doctor of Technical Sciences, Head of Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Ни Гуанцун, Шаньдунский транспортный университет, дорожно-транспортный факультет, инженер кафедры гражданского строительства и архитектуры, г. Цзинань, провинция Шаньдун

Ni Guangcun, Shandong Jiaotong University, School of Highway and Transportation, Engineer, Department of Civil Engineering and Architecture, Jinan, Shandong Province

Аннотация. Рассмотрены принципы изменения требований к точности геодезических работ во всех процессах жизненного цикла автомобильной дороги. Показано, что вопросы нормирования точности геодезических работ в строительстве являются проблемными, требующими всестороннего анализа как с технической, так и с экономической точки зрения, и задачи научного обоснования допусков на геодезические работы необходимо решать комплексно, так как эта область исследований находится на стыке ряда научных дисциплин. Предложены модели системы систем обеспечения точности, соответствующие разным качественным состояниям надсистемы. ВАДС, ее подсистем и элементов, учитывающих конструктивные особенности реконструированных автомобильных дорог, специфику технологии строительных работ, условия движения,

необходимость определения параметров существующей дороги и наиболее полного ее использования.

Abstract. The principles of changing the requirements for the accuracy of geodetic works in all processes of the life cycle of a highway are considered. It is shown that the issues of standardizing the accuracy of geodetic works in construction are problematic, requiring a comprehensive analysis from both a technical and an economic point of view, and the tasks of scientific substantiation of tolerances for geodetic works must be solved comprehensively, since this area of research is at the junction of a number of scientific disciplines. The models of the system of systems for ensuring accuracy corresponding to different qualitative states of the supersystem are proposed. VADS, its subsystems and elements, taking into account the design features of reconstructed highways, the specifics of construction technology, traffic conditions, the need to determine the parameters of the existing road and its most complete use.

Ключевые слова: автомобильная дорога, геодезические работы, реконструкция, геометрические параметры, система обеспечения точности.

Keywords: highway, geodetic works, reconstruction, geometric parameters, accuracy system.

Вопросы нормирования точности геодезических работ в строительстве требуют всестороннего анализа как с технической, так и с экономической точки зрения. Установлено, что расчет точности геодезических работ не будет обоснован, пока не будет научно обоснованных строительных допусков. Обоснование допусков в строительстве является большой проблемой, которая выходит за пределы компетенции геодезии, но при теоретических и экспериментальных исследованиях для нее решение необходимо опираться на известные закономерности и методы, которые изучаются в геодезии. Поэтому задача научного обоснования допусков на геодезические работы необходимо решать комплексно, так как эта область исследований находится на стыке ряда научных дисциплин [1-2].

Таким образом, для нормирования допустимых геодезических погрешностей информации во всех ее видах необходимо наличие научно обоснованных допустимых суммарных и частичных отклонений геометрических параметров

Анализ развития требований к точности геометрических параметров (ГП) и геодезических работ (ГР) в дорожном строительстве выявил тенденцию к увеличению полноты учета различных факторов, влияющих на точность. Отмечено существование оптимального значения точности, которое зависит от качественного уровня дорожного строительства и требует периодического обновления норм точности.

Современные технологические процессы проектирования и строительства линейных сооружений ужесточают требования к точности и надежности определения их исходных пространственных параметров, значения которых определяются геодезическими методами и средствами. Она должна решаться на основе определения уровня рационального воздействия погрешностей геодезических работ на точность строительных, транспортно-эксплуатационных и экономических параметров проекта и реальной инженерной постройки [3-7].

Предложено для получения оптимальных требований к точности геодезических работ во всех процессах жизненного цикла автомобильной дороги изменение обоснования требований к точности геодезических работ связать с изменениями нормативов точности геометрических параметров на основе системного подхода.

При этом необходимо в оптимальном для реконструкции объеме учитывать объективно существующие межсистемные и межэлементные связи в системе «водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС).

В зависимости от стадии создания дороги, учитываются: требования технико-экономических расчетов; точность определения геометрических параметров в проектных расчетах; влияние их изменений на скорость движения и точность определение объемов и стоимости земляных работ; необходимость возможно полного использования существующей дороги.

Предложена концепция определения необходимости пересмотра требований к точности геодезических работ и методов их выполнения, как основа мониторинга точности с целью обеспечения рационального функционирования системы геодезической информации в строительстве. Для учета особенностей разных состояний технологии формообразования предложено несколько моделей системы обеспечения точности (СОТ).

При использовании системного подхода для разработки СОТ формальная постановка задачи состоит в том, что в системе ВАДС с конечным количеством элементов, которые являются источником требований к точности геометрических параметров, создана специальная подсистема. Она обеспечивает выполнение требований по минимальным затратам, то есть выдает рациональные требования к точности геометрических параметров ГП.

Общая стратегия обоснования допустимых геометрических отклонений параметров: суммарное рациональное влияние изменений геометрических параметров на величину суммарного изменения исходного показателя функционирования нормирующей системы более высокого уровня должны быть рационально малыми по сравнению с суммарным влиянием на те же характеристики отклонений негеометрических характеристик. Рациональными считаются такие отклонения геометрических параметров, при которых целевая функция достигает максимального значения при заданных ресурсах.

С повышением уровня развития дорожного строительства и расширением возможностей средств и методов геодезических работ меняется оптимальная точность геометрических параметров и, соответственно, возникает необходимость переосмысления и обновления требований к точности геодезических работ.

Поэтому другим подходом к обоснованию допустимых геодезических погрешностей работ есть использование допустимых отклонений технологических параметров и строительных допусков

В соответствии с концепцией разработаны модели СОТ в составе подсистем обоснования допустимых отклонений геометрических параметров (ДОГП), которые использованы для обоснования точности геодезических работ в подсистеме точности геодезических работ (ТГР).

Различным качественным состояниям дороги, соответствующим стадиям ее создания, поставлены в соответствие разные по структуре модели системы ВАДС от предельно свернутой М1, соответствующей 1-му классификационному уровню, на стадии ТЭО, вплоть до полностью развернутой (4-й уровень) для реального объекта.

Изменение уровня системы сопровождается изменением роли и значимости геометрических параметров от уровня системы в модели М1 до уровня элемента системы Д в модели М4. Это обусловлено тем, что в систему вводятся параметры, ранее не учитывались и влияние которых в данной модели на исходные показатели функционирования ВАДС соответствующий воздействию системы "геометрические параметры" и превосходит его.

Использование предложенных понятий состояния системы и соответствующих им моделей ВАДС и ВГП, способствует поступлению на вход системы отклонений геометрических параметров корректных требований. При этом разработка моделей и структуры ВАДС и ее подсистем Д, ГП происходит путем многократного пересмотра условий, требований и решений, но каждый раз на новом, более высоком качественном или организационном уровне.

Предложены модели системы СОТ, соответствующие разным качественным состояниям надсистемы. ВАДС, ее подсистем и элементов, учитывающих конструктивные особенности реконструированных автомобильных дорог, специфику технологии строительных работ, условия движения, необходимость определения параметров существующей дороги и наиболее полного ее использования.

В качестве исходного показателя функционирования ВАДС в различных моделях принимаются: суммарные издержки, величины допустимых отклонений геометрических параметров в техническом проекте, скорость движения, нормативные допуски СНиП, определяющие точность формообразования земляного полотна и дорожных одежд, нормативных отклонений геометрических параметров, зависящих от точности строительных технологических процессов.

Это дает возможность использовать научно обоснованные и апробированные значения отклонений, отражающих и перспективное состояние строительного производства, а при необходимости могут быть уточнены на основе исследований.

Самые высокие требования к точности геодезических работ устанавливаются на основе допустимых величин смещения проектируемой оси относительно оси существующей дороги, после разбивки кривой по элементам, определенным в результате съемки.

Таким образом, геодезические работы для реконструкции автомобильных дорог на всех стадиях, и особенно на завершающих, должны выполняться с более высокой, чем при новом строительстве, точностью [2, 8].

Точность отдельных процессов геодезических измерений в значительной степени зависит от соответствия формообразующих линий проектному положению, качеству формообразование существующей дороги и геометрической схемы измерений [9-10].

Предлагаемые модели СОТ могут быть использованы для обновления допустимых отклонений геометрических параметров и требований к точности геодезических работ на

разных стадиях создания дорог в различных технологических схемах изысканий и в ряде других задач, связанных с определением геометрических параметров существующих дорог.

Список литературы

1. Цветков, В.Я. Геодезическое обеспечение как сложная система / В.Я. Цветков, В.В. Ознамец, В.Н. Филатов // Информация и космос. 2019. – № 2. – С. 88-92.
2. Ознамец В.В., Цветков В.Я. Геодезическое обеспечение строительства / В.В. Ознамец, В.Я. Цветков // Славянский форум. – 2019. – 2(24). - С. 137-141.
3. Гержула, Б.И. Геодезия в промышленном и жилищно-гражданском строительстве / Б.И. Гержула. - М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 240 с.
4. Лютц, А.Ф. Разбивка крупных сооружений / А.Ф. Лютц. – М. : Недра, 1969. – 242 с.
5. Сытник, В.С. Основы расчёта и анализа точности геодезических измерений в строительстве. (ЦНИИОМТП). М., Стройиздат, 1974. - 192 с.
6. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам / под ред. В.Д. Большакова, Г.П. Левчука. – М.: Недра, 1980. – 647 с.
7. Ганышин, В. Н. Зависимость точности измерений от функциональных допусков / В. Н. Ганышин // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 1980. – № 4. – С. 36–37.
8. Мюллер, Г. Основы трассирования и разбивка автомобильных и железных дорог / пер. с нем. В. А. Федотова. – М.: Транспорт, 1990. – 239 с.
9. Развитие геодезических изысканий для реконструкции автомобильных дорог / В. А. Пеньков, Т. Н. Стородубцева, В. А. Морковин, Мохаммед Мостафа Махмуд аль-Шами // Перспективные ресурсосберегающие технологии развития лесопромышленного комплекса : матер. Междунар. науч.-практ. конференции молодых ученых и студентов, Воронеж, 29 сентября 2023 г. / отв. ред. Т. Н. Стородубцева, Э. А. Черников ; ВГЛУ. – Воронеж, 2023. – С. 7-12.
10. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. II / А.П. Васильев, В.К. Апестин, В.И. Баловнев [и др.] ; под ред. А.П. Васильева. – Москва: Информавтодор, 2004. – 507 с.

References

1. Tsvetkov, V. Ya. Geodetic support as a complex system / V. Ya. Tsvetkov, V. V. Oznamets, V. N. Filatov // Information and space. 2019.- No. 2. - P. 88-92.
2. Oznamets V.V., Tsvetkov V. Ya. Geodetic support of construction / V. V. Oznamets, V. Ya. Tsvetkov // Slavic forum. - 2019. - 2 (24). - P. 137-141.
3. Gerzhula, B. I. Geodesy in industrial and housing and civil construction / B. I. Gerzhula - M. : Gosgeoltekhizdat, 1963. - 240 p.
4. Lutz, A.F. Layout of large structures / A.F. Lutz. - M.: Nedra, 1969. - 242 p.
5. Sytnik V.S. Fundamentals of Calculation and Analysis of the Accuracy of Geodetic Measurements in Construction. (TsNIIOMTP). M., Stroyizdat, 1974. - 192 p.

6. Reference Guide to Engineering and Geodetic Work / Ed. V.D. Bolshakov, G.P. Levchuk. - M.: Nedra, 1980. - 647 p.
7. Ganshin, V. N. Dependence of measurement accuracy on functional tolerances / V. N. Ganshin // News of universities. Geodesy and aerial photography. -1980. - No. 4. - P. 36-37.
8. Müller, G. Fundamentals of routing and breakdown of roads and railways / Translated from German by V. A. Fedotov. - Moscow: Transport, 1990. - 239 p.
9. Development of geodetic surveys for the reconstruction of highways / V. A. Penkov, T. N. Storodubtseva, V. A. Morkovin, Mohammed Mostafa Mahmud al-Shami // Promising resource-saving technologies for the development of the forestry complex: materials of the International scientific and practical conference of young scientists and students, Voronezh, September 29, 2023 / ed. T. N. Storodubtseva, E. A. Chernikov; VSTU. - Voronezh, 2023. - P. 7-12.
10. Reference encyclopedia of the road builder (RER). T. II / A.P. Vasiliev, V.K. Apestin, V.I. Balovnev et al., ed. A.P. Vasilyeva. Moscow: Informavtodor, 2004. - 507 p.