



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 49

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Белов Александр Алексеевич

кандидат географических наук, доцент, кафедра физической и социально-экономической географии, Федеральное государственное бюджетное образовательной учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск.

alexibel@mail.ru

УДК 699.82

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
И СООРУЖЕНИЙ НА НИХ**

В статье рассматриваются основные виды инженерно-геологических изысканий, выполняемых для строительства автомобильных дорог, объем и характер инженерно-геологических изысканий, степень изученности природных условий района, стадии проектно-изыскательских работ, которые обеспечивают безопасность для строительства. Дан обзор основным методам изучения инженерно-геологических условий района для строительства трассы и отдельных сложных участков автомобильных дорог.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, рекогносцировка, проектирование, геоморфологические наблюдения, литологический состав, обследование, полевые работы, строительство, разведочные работы, сооружения.

Наряду с геодезическими и гидрометеорологическими работами, инженерно-геологические изыскания, являются основным видом изысканий, выполняемых для строительства автомобильных дорог. Характер и объем инженерно-геологических изысканий зависит от сложности и степени изученности природных условий района, а также от стадии проектно-изыскательских работ.

На предпроектной стадии, целью инженерно-геологических изысканий, является сбор данных, которые характеризуют природные условия района



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 49

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: Эл № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

изысканий в объеме, достаточном для оценки намеченных вариантов трассы и выбора основного направления. Путем ознакомления с имеющимися литературными и фондовыми материалами и материалами изысканий прошлых лет, изучаются природные условия материалами аэрофотосъемки и космосъемки, инженерно-геологического дешифрирования с осмотром в натуре трассы и выполнения наземных изысканий на ключевых участках и отдельных сложных местах.

Основными методами изучения инженерно-геологических условий района проложения трассы и отдельных сложных мест при изысканиях автомобильных дорог являются: инженерно-геологическая рекогносцировка, инженерно-геологическая съемка и инженерно-геологическая разведка [1].

Стратиграфия и тектоника участка изысканий не изучаются, при наличии геологических карт дочетвертичных и четвертичных отложений того же или более крупного масштаба. Составляемые инженерно-геологические карты являются специализированными картами, на которых отражаются лишь существенные для проектирования дороги и линейных сооружений особенности природной обстановки. Карты не должны содержать данных, не представляющих необходимости проектировщику для решения тех или иных задач; они, должны отражать инженерно-геологические условия на требуемую для проектирования глубину, быть легко читаемыми и понятными. Инженерно-геологические карты, наравне с топографическими, являются одним из основных обосновывающих трассу документов.

В зависимости от стадии проектирования, длины трассы и особенностей геологического строения могут составляться карты инженерно-геологического районирования или карты инженерно-геологических условий. Последние составляются для небольших по протяженности участков (оползни, карсты, мостовые переходы и т.п.) или же при частой смене литологических разностей и пестроте инженерных геологических условий, что имеет место в горных районах.

На картах инженерно-геологических условий показывает в условных обозначениях литологический состав пород, гидрогеологические условия, современные физико-геологические процессы, строительные свойства грунтов. Перед началом работ производят камеральное дешифрирование аэроснимков с использованием архивной литературы и фондовых материалов по району работ. Камеральное дешифрирование сопровождается аэровизуальными наблюдениями с полевым выборочным дешифрированием на отдельных, типичных для данного района ключевых участках [2].



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 49

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Инженерно-геологическая крупномасштабная съемка производится вместе с трассировочными работами несколько опережая их. При съемке и составлении инженерно-геологической карты используют выработки, закладываемые по трассе для составления грунтового профиля и поперечных геолого-литологических разрезов. Все записи при инженерно-геологической съемке делают в журнале из миллиметровой бумаги (можно использовать обычную пикетажную книжку). На левой стороне журнала делают необходимые плановые зарисовки, наносят в принятом масштабе границы литологических разностей, отражают современные физико-геологические процессы. На правой стороне журнала помещают текстовое описание участка трассы с зарисовками в горной местности характерных поперечных профилей (разрезов). Все точки наблюдения заносят в журнал и нумеруют в единой системе. Описание, относящееся к данной точке наблюдения, также делают на правой стороне журнала. При ориентировке на местности используют детали, отмеченные на топоснове. Точки наблюдения привязывают к пикетажу или станциям теодолитного хода; для привязки могут быть также использованы опознавательные знаки на аэроснимках. Записи и плановые зарисовки из полевого дневника переносят на топоснову, аэрофотоснимки или глазомерную карту, составляют экземпляр полевой карты [3].

Данные инженерно-геологической съемки при необходимости передаются геологом начальнику изыскательской партии в процессе полевых работ еще до составления инженерно-геологической карты. Прежде всего, следует изучить наиболее характерные естественные обнажения, дающие представление о геологическом строении местности. При этом изучают стратиграфическую последовательность состава пород, мощность отдельных слоев, характер контактов между ними, фациальную изменчивость. Для выполнения геологических наблюдений при необходимости делают специальные маршруты, прокладывая их по возможности в крест простирания слоев с пересечением наиболее характерных геоморфологических элементов.

При описании обнажений следует точно показать их положение на карте или схеме. При описании отмечают положение в рельефе, размер, тип обнажения. Необходимо устанавливать абсолютную или относительную высотную отметку обнажений. Для этого в полевом журнале рисуют схематичные профили, на которых показывают обнажения над трассой или уровнем воды в реке, дном оврага и т.п. При описании необходимо производить зарисовку и желательно фотографирование обнажений.



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 49

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Геоморфологические наблюдения производят с целью выявления и оконтуривания различных элементов рельефа. По каждому элементу рельефа устанавливают его гипсометрическое положение, генезис и возраст, размеры, характер поверхности, связь элементов рельефа со слагающими его породами и современными физико-геологическими процессами; устанавливают влияние рельефа на условия увлажнения грунтов [4]. Геоморфологические наблюдения способствуют выделению участков с однотипными инженерно-геологическими условиями, границы которых обычно совпадают с границами выделенного геоморфологического элемента.

Устанавливают положение мест обнаружения грунтовых вод по рельефу и высоте их по отношению к уровню ближайшего водоема (реки, озера). Выясняется связь подземных вод с теми или иными породами, описывают свойства воды, цвет, температуру, запах, заменяют дебит источников. При описании отмечают границы форм рельефа. Привязка производится к пикетажу, станциям теодолитного хода, характерным местам, перегибам в рельефе, обнажениям и т.п. При описании составляют характерные для той или иной формы рельефа профили и делают необходимые зарисовки.

При геоморфологическом описании речных долин отмечают ориентировку долины, форму поперечного сечения, ширину по дну и на уровне коренных берегов, форму склонов, их крутизну, характер нарушения устойчивости, расчлененность эрозионными процессами, наличие на склонах перегибов, характер русла реки, наличие боковой и глубинной эрозии, наличие стариц речных террас, их форму, размеры, высоту над руслом реки. Особое внимание при выполнении линейных инженерно-геологических обследований уделяется выявлению грунтовых вод и установлению их расчетного уровня, на основании которого определяется руководящая отметка бровки земляного полотна проектируемой дороги.

Возможные колебания уровня грунтовых вод могут быть установлены по данным наблюдений стационарных гидрорежимных станций, а также по данным опроса местного населения о колебаниях уровня воды в существующих колодцах, расположенных в районе проложения трассы. Косвенными признаками возможного колебания грунтовых вод являются наличие признаков оглеения, торфянистых прослоев и влаголюбивой растительности. В задачу гидрогеологических наблюдений входит сбор данных, характеризующих условия увлажнения грунтов, уровень грунтовых вод и возможные его колебания [5]. Кроме этого, устанавливается степень агрессивности грунтовых вод в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с окружающей средой.



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 49

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Для выполнения инженерно-геологической съемки, а также поиска месторождений строительных материалов и грунтов использует аэрометоды. Применение аэрометодов уменьшает объем трудоемких полевых работ и повышает качество инженерно-геологических карт. Инженерно-геологическим дешифрированием аэрофотоснимков устанавливаются типы геоморфологических элементов, контуры генетических и литологических разновидностей грунтов, характер современных физико-геологических явлений, общие инженерно-геологические условия. Выявляется перспективность и направление наземных маршрутов для поисков месторождений строительных материалов и резервов грунта. Для инженерно-геологического дешифрирования используются черно-белые аэроснимки.

Для дешифрирования гидрогеологических условий и грунтов в заселенных районах применяется также спектральная съемка. Для объектов протяженностью более 100 км целесообразно использовать данные космической съемки для выявления линий тектонических разломов, гидрогеологических условий, мест наледепроявления. В результате инженерно-геологического дешифрирования составляется предварительная инженерно-геологическая карта. По карте намечается наиболее оптимальный вариант проложения трассы и выбираются отдельные эталонные участки для подробных наземных обследований и наблюдений [6]. Инженерно-геологические изыскания должны выполняться с применением прогрессивных методов работ, современных приборов и оборудования, обеспечивающих повышение производительности труда, улучшение качества и сокращение продолжительности изысканий.

Основной объем разведочных работ для построения геолого-литологических разрезов, отбора образцов грунтов, изучения их свойств, изучения гидрогеологических условий и выделения инженерно-геологических элементов выполняется бурением скважин. При этом используются самоходные и переносные станки механического бурения. При бурении в процессе инженерно-геологических изысканий должен быть обеспечен непрерывный отбор и осмотр керна. Этому требованию лучше всего удовлетворяют станки колонкового, вибрационного и ударно-канатного бурения кольцевым забоем. В неустойчивых и водоносных грунтах обязательна осадка труб для крепления стенки скважины.

При инженерно-геологических линейных изысканиях широко используются естественные обнажения и искусственно вскрытые разрезы (строительные котлованы, выемки и т.п.). При бурении разведочных скважин в крупнообломочных, песчаных, пылеватых и глинистых грунтах с включениями



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 49

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

валунов и крупной гальки, а также для обоснования в соответствии с заданием заказчика производства земляных работ способом гидромеханизации допускается увеличивать их начальный диаметр [7].

Опробование имеет целью определение состава и состояния, а также надежных расчетных показателей пород, обеспечивающих рациональное проектирование и строительство сооружений, а также их прочность и долговечность. Методика опробования грунтов определяется следующими основными факторами: тип сооружения, цель исследования, стадия проектирования, литолого-петрографический состав пород, мощность и другие характеристики исследуемых слоев. Большая часть образцов отбирается для определения классификационных показателей (грансостава, пластичности, естественной влажности), на основании которых выделяются однородные слои (инженерно-геологические элементы), состав и состояние которых позволяют отказаться от их более подробного расчленения и характеризовать грунты в их пределах по осредненному значению показателей.

Инженерно-геологические элементы при полевых работах выделяет по визуальному описанию, результатам зондирования, исследования крыльчатками, микропенетрацией, определениями объемного веса, естественной влажности, пластичности. Границы выделенных в поле однородных слоев обычно мало отличаются от границ, полученных при окончательной камеральной обработке. В тех случаях, когда слабые грунты (торф и др.) по тем или иным соображениям подлежат обязательному удалению, лабораторные испытания их не выполняют.

Неотъемлемой частью инженерно-геологических изысканий, кроме лабораторных работ являются полевые исследования грунтов, которые следует проводить в сочетании с другими видами инженерно-геологических работ для определения состава, состояния, физических и механических свойств грунтов, оценки их пространственной изменчивости, оценки возможности погружения свай в грунты, оценки несущей способности свай.

Полевые методы позволяют изучить грунты в условиях естественного залегания, что значительно повышает точность определения и резко сокращает объем лабораторных работ. Однако, полевые методы в отличие от лабораторных, не дают представления об изменениях в поведении грунтов в результате изменения внешних условий при строительстве. Они характеризуют свойства, отвечающие состоянию грунта, находящегося под воздействием только природной среды. Полная всесторонняя оценка строительных свойств грунтов



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 49

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

может быть получена только при совместном использовании лабораторных и полевых методов исследования [8].

Геофизические методы разведки применяются во всех случаях, когда по характеру физических свойств пород, слагающих исследуемый участок изыскательских работ они, могут быть эффективными. Эти методы основаны на изучении естественно или искусственно созданных в земле физических полей (электрических, магнитных, сейсмических, гравитационных). Применяемые в сочетании с обычными горнопроходческими и буровыми работами они дают возможность сохранить объем последних, повысить полноту и качество исследований. Особую ценность геофизическая разведка приобретает при изысканиях в горных и труднодоступных районах, где производство механизированных буровых работ невозможно из-за трудностей доставки оборудования, а шурфовочные работы слишком трудоемки и дороги [9]. То же относится к районам развития оползней, осыпей, карста, где одними инженерно-геологическими методами практически нельзя решить всех поставленных задач.

В инженерно-геологических изысканиях для автомобильных дорог, электроразведка получила наибольшее распространение. Известные модификации этого метода – вертикальное электроразведывание, электропрофилирование применяются также как вспомогательный метод вызванных потенциалов, основанный на изучении вторичных электрических полей, возбуждаемых в природе электрическим током после его отключения. Этот метод предназначен для разделения песчано-глинистых пород по их гранулометрическому составу. Микросейсморазведка применяется для малых глубин исследования с использованием как одно-двухканальных, так и многоканальных установок. Магнитометрия при изысканиях автомобильных дорог применяется как вспомогательный метод в основном при картировании скальных пород и выяснении оси тектонических нарушений.

Инженерно-геологические изыскания, являются основным видом работ по изучению инженерно-геологических условий района, для строительства трассы и отдельных сложных мест для автомобильных дорог.



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 49

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: Эл № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Список использованных источников

1. Белов А. А. Антропогенное изменение рельефа на территории Мордовии // Актуальные вопросы архитектуры и строительства. Саранск, 2013. С. 473–478.
2. Белов А. А. Виды деформационных явлений в горных породах // Актуальные вопросы архитектуры и строительства. Саранск, 2013. С. 479–482.
3. Белов А. А., Кирюшин А. В. Меры предупреждения деформаций строений и затопления объектов // Актуальные вопросы архитектуры и строительства. Саранск, 2015. С. 276–282.
4. Кирюшин А. В. Факторная модель структуры ландшафтов Мордовии: дис. ... канд. геогр. наук. М., 1999. 193 с.
5. Кирюшин А. В., Резаков Г. Р., Кирюшин В. А. Анализ эколого-экономической эффективности функционирования субъект Приволжского федерального округа // Научное обозрение. Международный научно-практический журнал. 2016. № 1. С. 10.
6. Маскайкин В. Н., Кирюшин А. В. Влияние климата на рельеф Мордовии // Научные труды SWorld. 2015.– Т. 20, № 2 (39). С. 44–48.
7. Маскайкин В. Н. Эколого-палеогеографическое районирование территории Мордовии // Вестник Мордовского университета. 2008. № 1. С. 11–14.
8. Манухов В. Ф. Совершенствование методов топографических съемок и инженерно-геодезических работ с использованием современных технологий // Вестник Мордовского университета. 2008. № 1. С. 105–108.
9. Манухов В. Ф. Применение GPS-технологий в инженерно-геодезических разбивочных работах // Актуальные вопросы строительства: материалы Всерос. науч.-тех. конф. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2006. С. 336–337.



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 49

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Belov Alexandr

Doctor of Geography, associate professor, Department of physical and socio-economic geography, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk

ENGINEERING-GEOLOGICAL SURVEY FOR CONSTRUCTION OF ROADS AND FACILITIES ON THEM

The article deals with the main types of engineering and geological surveys performed for the construction of highways, the volume and nature of engineering and geological surveys, the degree of study of the natural conditions of the area, the stage of design and survey works that provide security for construction. The review of the basic methods of studying of engineering and geological conditions in the area for the construction of the route and some difficult places of roads is given.

Keywords: engineering and geological surveys, reconnaissance, project, geomorphological observations, lithologic composition, inspection, field works, construction, exploration works, facilities.

© АНО СНОЛД «Партнёр», 2018

© Белов А. А., 2018

Учредитель и издатель журнала:

Автономная некоммерческая организация содействие научно-образовательной и литературной деятельности «Партнёр»

ОГРН 1161300050130 ИНН/КПП 1328012707/132801001

Адрес редакции:

430027, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Ульянова, д.22 Д, пом.1

тел./факс: (8342) 32-47-56; тел. общ.: +79271931888;

E-mail: redactor@anopartner.ru



www.anopartner.ru

"ПАРТНЕР"

ИЗДАТЕЛЬСТВО



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 49

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

О журнале

- ✓ Журнал имеет государственную регистрацию СМИ и ему присвоен международный стандартный серийный номер ISSN.
- ✓ Материалы журнала включаются в библиографическую базу данных научных публикаций российских учёных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
- ✓ Журнал является официальным изданием. Ссылки на него учитываются так же, как и на печатный труд.
- ✓ Редакция осуществляет рецензирование всех поступающих материалов, соответствующих тематике издания, с целью их экспертной оценки.
- ✓ Журнал выходит на компакт-дисках. Обязательный экземпляр каждого выпуска проходит регистрацию в Научно-техническом центре «Информрегистр».
- ✓ Журнал находится в свободном доступе в сети Интернет по адресу: **www.terjournal.ru**. Пользователи могут бесплатно читать, загружать, копировать, распространять, использовать в образовательном процессе все статьи.

Прием заявок на публикацию статей и текстов статей, оплата статей осуществляется через функционал Личного кабинета сайта издательства "Партнёр" (www.anopartner.ru) и не требует посещения офиса.