

УТВЕРЖДАЮ:



Проректор по научной работе и инновациям
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Национальный Исследовательский
Томский Политехнический Университет»

Степанов И.Б.

19.01. 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»

Диссертация **Епифановой Екатерины Александровны «Инженерно-геологическое изучение деформаций сооружений на основе комплексирования методов наземного лазерного сканирования и конечных элементов»** представляется на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение. Выполнена в Отделении геологии Инженерной школы природных ресурсов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Епифанова Екатерина Александровна обучается в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение, также работает инженером Научно-производственной лаборатории "Нанофотоника и оптическая инженерия" в Инженерной школе новых производственных технологий.

В 2005 г. Епифанова Е.А. окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет» по направлению «Инженерная защита окружающей среды» с отличием.

Научный руководитель - Строкова Людмила Александровна, доктор геолого-минералогических наук, профессор Отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Присутствовали: д.г.-м.н., профессор Томского государственного архитектурно-строительного университета В.Е. Ольховатенко, д.г.-м.н., профессор ОГ ИШПР ТПУ Е.М. Дутова, д.г.н. профессор ОГ ИШПР ТПУ О.Г. Савичев, д.г.-м.н., профессор ОГ ИШПР ТПУ Л.А. Строкова, д.ф.-м.н., профессор ОГ ИШПР ТПУ М.М. Немирович-Данченко, к.г.-м.н., руководитель ОГ ИШПР ТПУ Н.В. Гусева, к.г.-м.н., доцент ОГ ИШПР ТПУ Ю.С. Ананьев, старший преподаватель ОГ ИШПР ТПУ А.В. Леонова, к.г.-м.н., старший преподаватель ОГ ИШПР ТПУ Н.Н. Бракоренко, старший преподаватель ОГ ИШПР ТПУ М.В. Козина, к.г.н., доцент ОГ ИШПР ТПУ М.В. Решетько, магистры ОГ ИШПР ТПУ: А.В. Черникова, Т.С. Рыспаева, Е.С. Польшикова, Л.С. Лаечко, Н.В. Данилова.

Были заданы следующие вопросы:

О.Г. Савичев, доктор географических наук, профессор:

В чем конкретно заключается Ваша методика? Лазерное сканирование кто-то использовал до Вас в инженерно-геологических работах? Оценивали ли Вы сезонное оттаивание на площадке, где проводились наблюдения за прожекторной мачтой? Делали ли Вы сканирование рельефа исследуемых объектов?

М.М. Немирович-Данченко, доктор физико-математических наук, профессор:

Как я понял, Вы предлагаете методику, дополняющую нормативные документы? Перечислите, пожалуйста, основные подходы к геодезическому мониторингу. При моделировании напряженно-деформированного состояния грунтового основания ТЮЗа Вы моделировали нагрузку от сооружения весом жесткой плитой. Это правильно, а была ли учтена анизотропия грунтов?

Т.С. Рыспаева, магистрант:

Возможно ли Вашим методом проводить прогнозы по изменению деформаций инженерных сооружений в течении времени? И с какой точностью?

Е.М. Дутова, доктор, доктор геолого-минералогических наук, профессор:

Для чего изначально было предназначено сканирование?

Н.Н. Бракоренко, кандидат геолого-минералогических наук, преподаватель:

Как было доказано, что инженерно-геологические условия не повлияли на деформации мачты? Какие показатели были учтены при расчете?

В.Е. Ольховатенко, доктор геолого-минералогических наук, профессор:

Почему в названии не учтены инженерно-геологические условия объектов? Поясните цели и задачи работы? Что Вы вкладываете в понятие напряженно-деформированное состояние грунтов? Дайте определение понятия «природно-техническая система»? Поясните почему в научной новизне прописано «применение лазерного сканирования в геотехническом мониторинге», что из этого следует? Зачем в заключении написано про проблемы в существующих нормативных документах?

На все вопросы Епифанова Е.А. дала исчерпывающие ответы.

По итогам обсуждения диссертационной работы на заседании научного семинара Отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» принято следующее **заключение:**

Диссертационная работа Епифановой Екатерины Александровны «Инженерно-геологическое изучение деформаций сооружений на основе комплексирования методов наземного лазерного сканирования и конечных элементов» актуальна, рекомендована к защите в диссертационном совете Д 003.022.01 при Институте земной коры Сибирского отделения РАН по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Актуальность. Инженерно-геологические условия — это многофакторная система, изменяющаяся как во времени, так и в пространстве. Поэтому в процессе наблюдениями за деформациями различных инженерных сооружений необходимо изучение причинных закономерностей формирования и пространственной изменчивости всех компонентов инженерно-геологических условий. Только на основе этого можно понять основные причины закономерностей пространственных изменений инженерных сооружений и впоследствии принять правильные управленческие решения по сохранению стабильного положения объекта.

В настоящее время целью геотехнического мониторинга согласно является обеспечение безопасности строительства и эксплуатационной надежности объектов нового строительства или реконструкции, включая здания и сооружения окружающей застройки, за счет своевременного выявления изменения контролируемых параметров конструкций и грунтов оснований, которые могут привести к переходу объектов в ограниченно работоспособное или аварийное состояние. А к контролируемым параметрам при геотехниче-

ском мониторинге массива грунта, окружающего вновь возводимые и реконструируемые сооружения, относятся вертикальные и горизонтальные перемещения поверхностных грунтовых марок. Наблюдая и фиксируя перемещения сооружения, не изучая инженерно-геологические условия мы не можем в полной мере ответить на вопрос в результате чего происходят опасные деформации объекта.

При ведении мониторинга за инженерными сооружениями важно рассматривать не только наличие самих деформаций, но также выявлять причину их развития при помощи комплексного подхода, который учитывает и инженерно-геологическое обследование для определения напряженно деформированного состояния грунтов, а также современные методы наблюдения за деформациями. В настоящее время в геотехнических нормативах, база которая бы основывалась на комплексном подходе нет. Здания и сооружения, вследствие их конструктивных особенностей и постоянного влияния техногенных и природных факторов, могут претерпевать различного вида деформации.

Наблюдая за опасными деформациями при помощи традиционного геодезического оборудования, а также наземного лазерного сканирования на различных сложных инженерных сооружениях, автор исследования, сталкивалась с тем, что организации, заказывающие мониторинг, не ставят задачей установить причину перемещений объекта, а только определяют сам факт наличия деформаций, что в свою очередь при временном их устранении не решит проблему дальнейшего развития.

Анализ современных подходов в зарубежной и отечественной практике мониторинга строительных конструкций показывает, что эффективной методики, позволяющей в реальном режиме времени, а значит, за короткий период автоматизировано проводить актуализацию расчетных моделей сооружений для оперативной численной оценки достоверного напряженно-деформированного состояния сооружений, не существует. Актуальность темы диссертации определяется практической необходимостью создания обоснованной методики оценки технического состояния несущих конструкций строительных объектов, испытывающих деформационные изменения, которая позволила бы с высокой достоверностью прогнозировать и предупреждать появление и развитие аварийных ситуаций.

Научная новизна работы определяется следующими основными результатами:

1. Разработаны новые способы мониторинга пространственно-координатного положения конструкций с помощью наземного лазерного сканирования объектов различного назначения.
2. Дано научное обоснование методики влияния инженерно-геологических условий на изменение пространственного положения инженерных сооружений
3. Обоснование оптимального комплекса работ по геотехническому мониторингу

объектов, включающий наземное лазерное сканирование сооружения и оценку напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтового массива, позволяющем получить необходимую информацию для принятия управляющих решений по обеспечению надежности объекта.

Практическая значимость работы. Результаты работы по оценке деформаций инженерных сооружений при помощи наземного лазерного сканирования и напряженно деформированного состояния природно-технической системы были использованы при реконструкции железнодорожного моста на участке магистрали Абакан-Тайшет между станциями Джебь и Щетинкино в Восточном Саяне (Курагинский район Красноярского края), при капитальном ремонте исторического здания в г. Томске, при оценке деформаций прожекторных мачт на Ванкорском нефтегазовом месторождении, расположенным в Туруханском районе Красноярского края, на водоразделе р. Большая Хета и р. Лодочная.

Личный вклад автора. По материалам наземного лазерного сканирования были созданы цифровые трехмерные модели инженерных сооружений, разработаны и апробированы алгоритмы для учета их деформационных процессов. Разработан технологический регламент для наблюдения за объектами имеющие опасные деформации, основанный на комплексном подходе, сочетающий в себе наземное лазерное сканирование и метод конечных элементов.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных конференциях: Международный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2017); X Международная научно-практическая конференция студентов аспирантов и молодых ученых «Геология в развивающемся мире» (Пермь, 2017); Вторая научно-практическая конференция «Пути обеспечения совместной работоспособности инженерного сооружения и специфических грунтов» (Москва, 2017); «Проблемы геологии и освоения недр» XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева (Томск, 2018); XI Международная научно-практическая конференция студентов аспирантов и молодых ученых «Геология в развивающемся мире» (Пермь, 2018).

Список публикаций по теме диссертации

1. Строкова Л.А., Епифанова Е.А., Коржнева Т.Г. Численный анализ поведения основания опоры моста на старой железнодорожной линии // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2017. – Т. 328. – No 5. – С.125–139

2. **Епифанова Е.А.,** Строкова Л.А. Оценка деформаций исторического здания в Томске с помощью комплексного подхода, основанного на сочетании наземного лазерного сканирования и конечно-элементного моделирования // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – №5. – С.27–41.
3. **Епифанова Е.А.,** Строкова Л.А. Анализ деформаций прожекторной мачты при помощи наземного лазерного сканирования и метода конечных элементов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – №5 (принята к печати).

В других изданиях:

4. **Епифанова Е.А.** «Наземное лазерное сканирование как метод оценки напряженно-деформированного состояния грунтового массива на примере Козинского виадука в восточном Саяне» Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина. Том I. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – С. 457.
5. **Епифанова Е.А.** «Оценка напряженно-деформированного состояния грунтового массива с учетом наземного-лазерного сканирования на примере железнодорожного виадука» / Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам X Междунар. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых): в 2 т. / отв. ред. Р. Р. Гильмутдинов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2017. – Т.2. – С.91.
6. **Епифанова Е.А.** «Метод оценки НДС грунтового массива при реконструкции железнодорожного моста с учетом данных наземного лазерного сканирования»/ Вторая научно-практ. конф. «Пути обеспечения совместной работоспособности инженерного сооружения и специфических грунтов» Московский гос. университет путей сообщения Императора Николая II Институт пути, строительства и сооружений Кафедра «Автомобильные дороги, аэродромы, основания и фундаменты». – Москва, 2017. – С. 85.
7. **Епифанова Е.А.** «Оценка деформаций исторического здания в Томске с помощью НЛС и МКЭ» Проблемы геологии и освоения недр: XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева. 2018. – С. 490-492.
8. **Епифанова Е.А.** «Оценка деформаций с помощью комплексного подхода, основанного на сочетании НЛС и МКЭ» Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам XI Междунар. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых): в 3 т. / отв. ред. Р. Р. Гильмутдинов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2018. – Т.3. – С. 17.

Диссертация **Епифановой Екатерины Александровны** «Инженерно-геологическое изучение деформаций сооружений на основе комплексирования методов наземного лазерного сканирования и конечных элементов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение. Заключение принято на заседании ОГ ИШПР ТПУ. Присутствовало 16 чел., протокол № 26 от 19.12.2018 г.

Председатель научного семинара
к.г.-м.н., руководитель отделения геологии
инженерной школы природных ресурсов



Н.В. Гусева

Секретарь научного семинара к.г.н., доцент
отделения геологии
инженерной школы природных ресурсов



М.В. Решетько