



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

# СЕРГЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Выпуск 18

Инженерная геология и геоэкология.  
Фундаментальные проблемы  
и прикладные задачи

*Юбилейная конференция,  
посвященная 25-летию образования ИГЭ РАН*



Москва

Российский университет дружбы народов  
2016

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ ГЕОЭКОЛОГИИ,  
ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГИДРОГЕОЛОГИИ  
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

---

# **СЕРГЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ**

**Инженерная геология и геоэкология.**

**Фундаментальные проблемы  
и прикладные задачи**

*Юбилейная конференция,  
посвященная 25-летию образования ИГЭ РАН*

***Выпуск 18***

**Материалы годичной сессии  
Научного совета РАН по проблемам геоэкологии,  
инженерной геологии и гидрогеологии  
(24-25 марта 2016 г.)**

**Москва  
Российский университет дружбы народов  
2016**

УДК 502/504:55:624.131.1(063)  
ББК 26.3:20.18  
С32

*Издание осуществлено при финансовой поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 16-05-20058)*

**Редакционная коллегия:**  
**В.И. Осипов** (ответственный редактор),  
**О.Н. Еремина** (ответственный секретарь),  
*Н.Г. Анисимова, Е.В. Булдакова, А.С. Викторов, В.Г. Заиканов,  
В.П. Зверев, С.В. Козловский, И.В. Козлякова, В.Н. Кутергин,  
Н.Г. Мавлянова, Ю.А. Мамаев, Г.П. Постоев, В.С. Путилина, Д.О. Сергеев*

**С32**      **Сергеевские чтения. Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи. Вып. 18. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (24-25 марта 2016 г.). – Москва : РУДН, 2016. – 812 с. : ил.**  
ISBN 978-5-209-07024-5

В сборнике опубликованы доклады, представленные на восемнадцатую ежегодную конференцию «Сергеевские чтения» памяти академика Е.М. Сергеева (г. Москва, 24-25 марта 2016 г.). Чтения были посвящены 25-летию образования Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН и проходили под названием «Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи». На конференции обсуждались следующие темы: изучение состава и свойств грунтов; оценка опасности и риска природных и природно-техногенных процессов; геоэкологические и инженерно-геологические проблемы урбанизированных территорий и промышленных объектов; геоэкологические проблемы подземной гидросферы; геоэкологические и инженерно-геологические проблемы в криолитозоне; загрязнение и экологическая реабилитация природной среды; развитие методологии и методов исследований в геоэкологии и инженерной геологии; совершенствование нормативно-правовой документации. Для специалистов, студентов и аспирантов в области инженерной геологии, гидрогеологии и геоэкологии.

УДК 502/504:55:624.131.1(063)  
ББК 26.3:20.18

ISBN 978-5-209-07024-5

© Научный совет РАН по проблемам геоэкологии,  
инженерной геологии и гидрогеологии, 2016  
© Коллектив авторов, 2016  
© Российский университет дружбы народов,  
Издательство, 2016

# ТИПИЗАЦИЯ ЛИТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ СХЕМ ПРОТИВООПОЛЗНЕВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ

М.В. Минина, В.А. Королёв

МГУ им. М.В. Ломоносова, Геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии; 119991, г. Москва, Ленинские горы, д.1,  
E-mail: minina86@yandex.ru, va-korolev@bk.ru

Основная идея реализации типовых схем инженерной противооползневой защиты состоит в том, что для определенных типов оползней можно заранее предложить наиболее рациональные и наиболее эффективные схемы инженерной защиты, которые принимаются как типовые, а затем для выделенных на изучаемой территории типов оползней и соответствующих литотехнических систем (ЛТС) можно уверенно рекомендовать те или иные готовые варианты противооползневой инженерной защиты. Это может существенно снизить временные и экономические затраты на создание систем инженерной защиты [1].

Реализация этой идеи проводилась нами на примере территории долины р. Мзымта (Краснодарский край), которая подвержена оползневой опасности при ее освоении, в том числе при строительстве и эксплуатации олимпийских объектов, возведенных к олимпиаде «Сочи-2014».

На 1 этапе исследования были выделены 4 основных типа оползней, распространенных в долине р. Мзымта [3-5], которые явились основанием для дальнейших исследований. Были выделены:

*I. Блочные оползни (срезающие и соскальзывающие).* Характер развития оползневых деформаций данного типа – сдвиг с блоковым смещением тела оползня по вогнутой криволинейной поверхности либо по условно плоской поверхности. Оползание происходит в виде последовательного смещения (срезания) блоков склона с образованием террасовидной поверхности. Мощность оползневых масс в среднем составляет 4-25 м. Средний уклон оползневых склонов – 15-28°. Данный тип оползней развит преимущественно в аргиллитах с прослоями алевролитов и песчаников, а также в мергелях и известняках.

*II. Оползни течения.* Характер развития – смещение оползневых масс в виде вязкопластического течения, при этом смещения на дневной поверхности больше, чем у подошвы слоя. Поверхность скольжения приурочена к кровле коренных пород, являющихся водоупорным слоем. Мощность оползневых масс в среднем составляет 3-12 м. Средний уклон оползневого склона – 10-26°. Литологический состав оползневых масс представлен преимущественно мергелистыми глинами, аргиллитами, глинами с прослоями алевролитов и песчаников.

*III. Комбинированные оползни.* Данный тип оползней представляет собой сочетание двух видов движения – сдвига и вязкопластического течения.

Мощность оползневых масс в среднем составляет 8-30 м. Средний уклон оползневого склона – 10-28°. Литологический состав оползневых масс представлен преимущественно аргиллитами, алевролитами и карбонатными глинами, мергелями и известняками.

*IV. Поверхностные сплывы и оплывины.* Оползни данного типа возникают на склонах при локальном переувлажнении их грунтовыми водами и атмосферными осадками. Глубина захвата грунтов смещением достигает 3 м. Средний уклон оползневого склона – 10-30°. Литологический состав оползневых масс представлен делювиальными глинами и суглинками с дресвяно-цебенистым материалом коренных пород (30-50%). Поверхностные сплывы и оплывины, как правило, возникают на теле уже существующих оползней.

На 2 этапе исследования нами было оценено взаимодействие указанных типовых оползней с наиболее распространенными объектами инфраструктуры (технические подсистемы), среди которых преобладают: 1) автомобильные дороги; 2) железные дороги; 3) опоры канатных дорог; 4) опоры мостовых переходов и эстакад; 5) отдельно стоящие постройки (жилые либо производственные здания, объекты различного назначения).

Сочетание четырех типов оползней (геологическая подсистема) и пяти типов сооружений (техническая подсистема) позволяет выделить ряд литотехнических систем (ЛТС). В результате этого были выделены 20 типовых ЛТС (табл.1) с целью последующего обоснования типовых схем противооползневой инженерной защиты.

В таблице 1 типы оползней (геологическая подсистема) указаны римскими цифрами, а типы технических подсистем (сооружений) – заглавными буквами. На их пересечении – типы соответствующих локальных ЛТС – указаны комбинацией двойных индексов.

Таблица 1

Типизация локальных ЛТС для целей противооползневой защиты

Тип оползня	Технические подсистемы (сооружения)				
	А/м Дорога (А)	Железная Дорога (Д)	Опоры канатных дорог (К)	Опоры мостов и эстакад (М)	Жилые /произв. здания (З)
I	I-A	I-Ж	I-K	I-M	I-З
II	II-A	II-Ж	II-K	II-M	II-З
III	III-A	III-Ж	III-K	III-M	III-З
IV	IV-A	IV-Ж	IV-K	IV-M	IV-З

Необходимо отметить, что в выделенных ЛТС осуществляется многообразное по природе влияние технических подсистем на геологические [2, 6]. Прежде всего, объекты инфраструктуры оказывают на них воздействие механической природы.

Так, например, влияние автомобильных дорог заключается в передаче в грунты динамической нагрузки (вибрации от автотранспорта) и незначительной статической нагрузки. Влияние железной дороги состоит в значи-

тельной динамической нагрузке (вибрации от ж/д транспорта) и значительной сжимающей статической нагрузке. Влияние опор канатной дороги состоит в сдвигающей и сжимающей нагрузках (при незначительных статических нагрузках), ветровой нагрузке, а также в незначительных динамических нагрузках. Влияние опор мостов и эстакад обусловлено сдвигающими и сжимающими статическими нагрузками, а также ветровыми и значительными динамическими нагрузками. Влияние отдельно стоящих построек заключается в передаче значительных статических сжимающих нагрузок на грунты.

К механическим воздействиям можно также отнести и создаваемые выемки грунта, насыпи и планировку рельефа. К примеру, выемка влечет за собой разгрузку напряжений, изменение температурно-влажностного режима грунтов, активизацию их выветривания и т.п.

Кроме того, одновременно имеют место и иные (не механические) воздействия от указанных сооружений: физико-химическое, химическое, физическое и др. [6]. Например, происходит нарушение естественной влажности грунтов, нарушение естественного дренажа и подпруживание стекающих вод, действие противогололедных реагентов, наводка электромагнитных полей и т.п. Все эти воздействия оказывают влияние на развитие оползневых процессов и устойчивость склонов, на устойчивость ЛТС и самих сооружений.

Особенности воздействия технической подсистемы необходимо учитывать при обосновании схем инженерной защиты.

Ниже приводится описание основных ЛТС и их принципиальные схемы.

1. Автомобильная дорога, находящаяся в зоне влияния срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения (I-A) (рис.1).

2. Автомобильная дорога, находящаяся в зоне влияния оползня течения (II-A).

3. Автомобильная дорога, находящаяся в зоне влияния комбинированного оползня (III-A).

4. Железная дорога, находящаяся в зоне влияния срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения (I-Ж).

5. Железная дорога, находящаяся в зоне влияния оползня течения (II-Ж).

6. Железная дорога, находящаяся в зоне влияния комбинированного оползня (III-Ж).

7. Опоры мостовых переходов и эстакад в основании срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения (I-M) (рис.2).

8. Опоры мостовых переходов и эстакад в основании оползня течения (II-M).

9. Опоры мостовых переходов и эстакад в основании комбинированного оползня (III-M).

10. Опоры канатной дороги, расположенные на теле срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения (I-K).

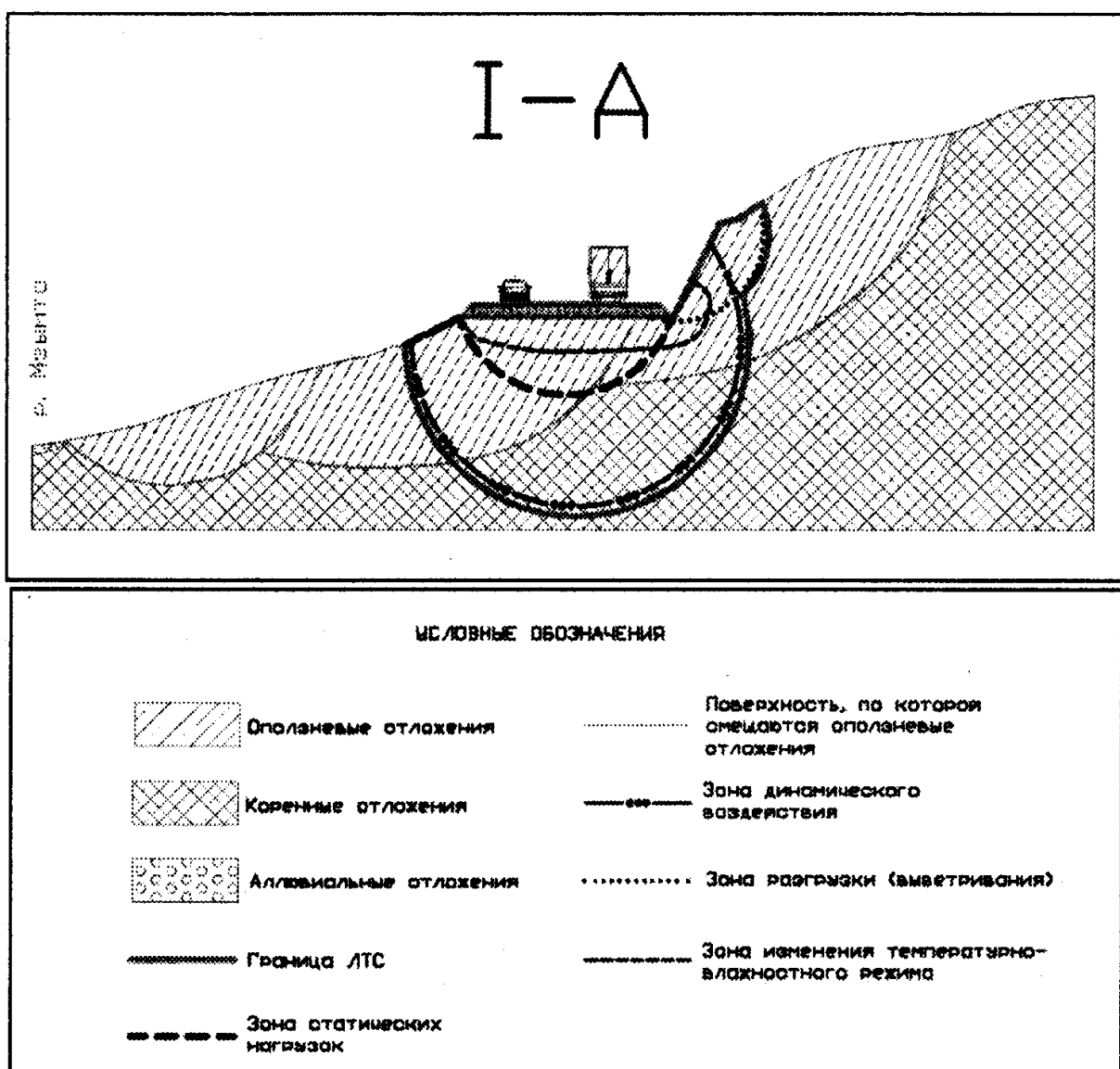
11. Опоры канатной дороги, расположенные на теле оползня течения (II-K).

12. Опоры канатной дороги, расположенные на теле комбинированного оползня (Ш-К).

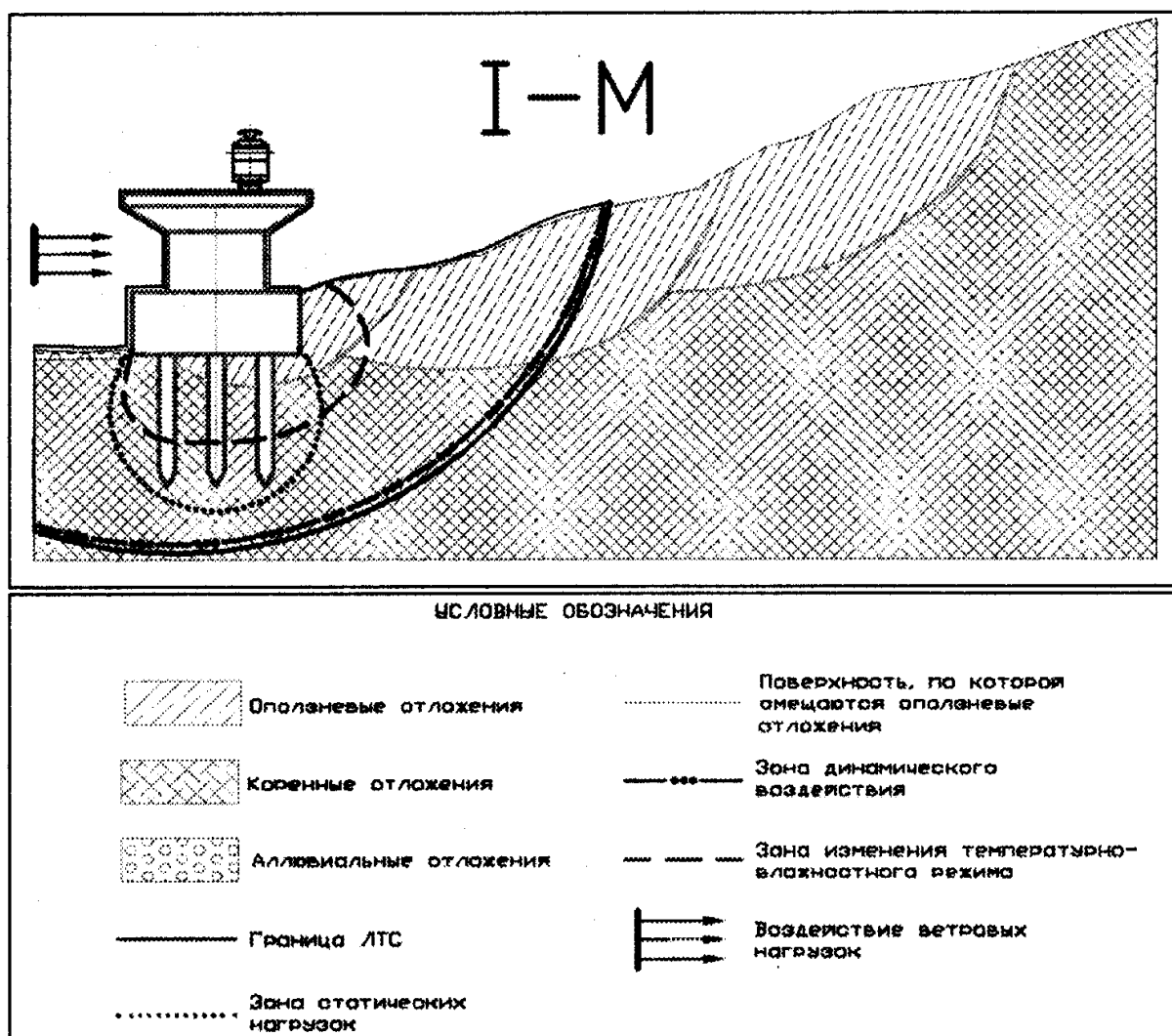
13. Отдельно стоящая постройка (жилые либо производственные здания, объекты различного назначения), находящаяся в зоне влияния срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения (I-3).

14. Отдельно стоящая постройка (жилые либо производственные здания, объекты различного назначения), находящаяся в зоне влияния оползня течения (II-3).

15. Отдельно стоящая постройка (жилые либо производственные здания, объекты различного назначения), находящаяся в зоне влияния комбинированного оползня (III-3).



**Рис. 1. ЛТС I-A (автомобильная дорога в зоне влияния срезающего блокового оползня)**



**Рис. 2. ЛТС I-M (опора моста в основании срезающего блокового оползня)**

Таким образом, на базе выделенных типов ЛТС можно далее обосновывать наиболее эффективные типовые схемы противооползневой инженерной защиты, что является предметом следующего этапа исследования.

### Литература

1. Королёв В. Инженерная защита территорий и сооружений: Учеб. пособ. М.: КДУ, 2013. 470 с.
2. Королёв В.А., Николаева С.К. Геоэкологическая оценка зон влияния инженерных сооружений на геологическую среду // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 1994. № 5. С. 25-37.
3. Минина М.В., Королёв В.А. Типизация оползней долины реки Мзымта с целью обоснования инженерной защиты // Инженерная геология. 2015. N 2, с. 28-40.
4. Минина М.В., Королёв В.А. О типизации опасных оползневых процессов в долине р. Мзымты с целью обоснования инженерной защиты // Современные проблемы инженерной геодинамики / Юбилейная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения проф. Г.С. Золотарёва (29-30 сентября 2014 г., Москва, МГУ). М.: Изд-во Московского университета, 2014. С. 98-102.



5. *Минина М.В., Королёв В.А.* Районирование территории на основе оценки оползневой опасности с целью обоснования системы инженерной противооползневой защиты // Сергеевские чтения / Мат-лы годичной сессии Научного совета РАН Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий, 22-23 марта 2012 г. Вып. 14. М., ГЕОС, 2012. С. 124-128.

6. *Трофимов В.Т., Королёв В.А., Герасимова А.С.* Классификация техногенных воздействий на геологическую среду // Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. 1995. № 5. С. 96-107.

## **ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**О.Б. Нещеткин, М.О. Нещеткин**

ООО Научно-производственный центр «КАРСТ»,  
606000, г. Дзержинск Нижегородской области, ул.Бутлерова, д.3  
E-mail: karst@sinn.ru

Современные требования к защите проектируемых сооружений на закарстованных территориях определяются СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов», приложение Е, в котором предлагается осуществлять выбор вида противокарстовой защиты по двум параметрам – категории устойчивости территории по интенсивности провалообразования и по средним диаметрам провалов.

При этом на территориях I-IV категорий устойчивости, а также при среднем диаметре провала более 20 метров строительство зданий и сооружений I-II уровня ответственности либо не рекомендуется, либо осуществляется в виде исключения при наличии специального обоснования. Указанный стандарт не распространяется на линейные, гидротехнические и подземные сооружения.

Определение и сущность понятия «карстовая опасность» в СП 116.13330.2012 отсутствуют, а предлагается использовать понятие «геологический риск», под которым подразумевается вероятностная мера геологической опасности, определяемая в виде возможных потерь (ущерба) за заданное время (п.3.1). В разделе 8 «Противокарстовая защита» этого СП такая мера опасности для обоснования необходимости противокарстовой защиты не используется, а рекомендуется учитывать все возможные геолого-гидрогеологические особенности.

СП 22.13330.2012 «Основания зданий и сооружений» (п.6.11.1) предлагает проектировать основания сооружений, возводимых на закарстованных территориях с учетом возможности (т.е. вероятности) образования поверхностных карстовых деформаций, а также особенностей развития карстовых процессов. Каким образом учитывать эти параметры, а также другие, поиме-