ГРУППА КОМПАНИЙ
ГИПЕРБОРЕЯ

Уникальные
инженерные решения

Защита
эффективнее
спасения

www.hyperboreya.ru

инженерная защита • строительно-монтажные работы любой сложности
общестроительные работы

Июль – август 2014

инженерная защита

ISSN 2312-5616

инженерная защита

№3 (3) Июль – август 2014

Швейцарские сети

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

СТРАНИЦА 60

Защита Люцерна

ВЫЗОВ

СТРАНИЦА 26

Наводнение
в Алтайском крае

16+

ISSN 2312-5616
9 772312 561005 >

Журнал «Инженерная защита»
№ 03 (03) 2014

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций, свидетельство о государственной регистрации ПИ № ФС77-57415 от 27 марта 2014 г. ISSN 2312-5616

Издатель:
ООО «Журнал "Инженерная защита"», ЗАО «Корвус»

Главный редактор:
Н. Ютанов

Генеральный директор:
А. Кривцов

Редакционная коллегия:
И. Андреев, А. Желтов, А. Кривцов, Н. Ютанов.
Корректоры: Е. Шестакова, Н. Краюшкина

Маркетинговая группа:
Е. Михалина, Д. Пономаренко

Оформление:
ООО «Рекламное агентство „Пропаганда"».

Отпечатано в типографии «Колорит»
Санкт-Петербург,
ул. Большая Пушкарская, д. 10

Тираж: 8 000 экз.

© ООО «Журнал "Инженерная защита"», 2014
© Оформление. ООО «Рекламное агентство „Пропаганда"», 2014

190121, г. Санкт-Петербург,
Лермонтовский пр., 1/44 лит. «Б»
тел.+7-921-985-46-85
факс +7-812-714-35-20
e-mail:
territory.engineering@gmail.com

www.territoryengineering.ru
www.инженернаязащита.рф
www.terengin.ru

СОДЕРЖАНИЕ

СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

О субъектах регулирования рынка инженерной защиты 2

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Взлет и падение экологической экономики 4

ПРОЕКТЫ

Проведение комплексного инженерно-геологического районирования для обоснования объектов и видов работ по закреплению/стабилизации уступов карьера (часть II) 16

ВЫЗОВ

Наводнение в Алтайском крае 26

ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

Расчеты осадки, устойчивости и стабильности земляного полотна с геосинтетическими материалами путем численного моделирования 34

Новости 39

Грунтовые анкерные системы как элемент инженерной защиты склонов и конструкций 40

Новости 48

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Сели и селезащита 50

Защита Люцерна 60

ФАНТАСТИЧЕСКИЙ РАССКАЗ

Мост Ватерлоо 66

ИНФРАСТРУКТУРНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Проект магистрали «Элегест-Кызыл-Курагино» 73

ХРАНИТЕЛИ

Изборская крепость 87

Николай Ютанов

Главный редактор журнала «Инженерная защита»

О субъектах регулирования рынка инженерной защиты

За прошедшие полвека экологическая наука претерпела фундаментальные изменения. Экологическая доктрина была сформирована в 60-е годы XX века чрезвычайно быстро, в течение нескольких лет, как концепция мировой безопасности. Доказательной базой послужила компьютерная модель нарастания уровня промышленного загрязнения в мире, предложенная профессором Массачусетского технологического института Дж. Форрестером. Экологическая система прошла путь от яростного социального запрета на «грязные» производства через формирование мощного блока мусороперерабатывающих компаний и компаний по переработке промышленных отходов и перешла к экологическим требованиям для любого строительства: бытового, промышленного, энергетического et cetera.

Опыт экологии является исключительным для развития систем инженерной защиты, так как затрагивает крайне важную сферу теорий об устойчивости и безопасности систем, как природных, так и созданных человеком. Модельный подход через определение срока жизни и уровня безопасности строящихся объектов безусловно необходим для вписывания систем инженерной защиты в фундаментальную концепцию социальной безопасности. Представления об устойчивости и безопасности формируют основы для развития нормативной и законодательной базы по обеспечению безопасности, ГОСТов и СНиПов, с которыми сталкиваются все практики в сфере инженерной защиты. Уровень безопасности объектов влияет как на инвестиционную политику государств, так и на социальные представления на тему индивидуальной безопасности. А это определяет

политические риски и нормирует общественные движения.

В представленной работе Марка Сагоффа, сотрудника университета Джорджа Мейсона (США), рассматривается история эволюции экологической экономики, начиная от ее корней в математических построениях послевоенных теоретиков экологии и заканчивая ее современным кризисом, вызванным возвращением как экономической, так и экологической мысли к эмпирическим исследованиям. Для нас наиболее важен вывод, сделанный автором статьи: в настоящее время модель, основанная на описании экосистем прошлого и их капитализации, подошла к своему концу. Настает время описания экосистем будущего.

Особо следует обратить внимание на период, когда в 1979 году (см. рис. на стр. 8–9) был создан регулирующий субъект деятельности — Ассоциация экономистов, специализирующихся в области экологии и природных ресурсов (Association of Environmental and Resource Economists), описавшая пространство деятельности для экологических бизнес-компаний. Именно в эпоху 80-х годов начался мощный рост компаний вторичной переработки, часть которых к XXI веку обрели высочайший уровень капитализации, например американский концерн Waste Management Inc., чья капитализация на настоящий момент составляет 12 млрд долларов.

Следует отметить, современные производства, обеспечивающие безопасность человеческого общества, и в частности отрасль инженерной защиты, подошли к аналогичному рубежу фундаментально роста. Необходимо проверить старые модели с новыми эмпирическими данными, доступными нам сегодня, и быть готовыми к работе по обеспечению безопасности в условиях будущего, быстро формирующегося прямо у нас глазах. ■

Марк Сагофф

Марк Сагофф — современный американский философ, старший сотрудник Института философии и публичной политики университета Джорджа Мэйсона. Автор ряда монографий по экономической и экологической проблематике (The Economy of the Earth. Cambridge University Press, 2008; Price, Principle, and the Environment. Cambridge University Press, 2004), известный критик попыток сциентизации проблем окружающей среды.

Взлет и падение экологической экономики

СОКРАЩЕННЫЙ ПЕРЕВОД

Аннотация

В статье рассматривается история направления «экологической экономики», возникшей в западной экономической мысли в начале 1980-х годов. Описываются предпосылки и философские основания для формирования данной концепции, начиная от философии Герберта Спенсера и распространения методов математического моделирования в теоретической экологии после Второй мировой войны и заканчивая увеличением популярности неоклассической экономической традиции в конце 1980-х годов. Указывается на современный кризис течения экологической экономики по причине концептуальных изменений в смежных дисциплинах.

Ключевые слова:

экологическая экономика, теоретическая экология, эволюция, применимость математических методов

В сентябре 1982 года группа экономистов и экологов встретилась в Стокгольме с намерением реформировать и даже более того революционизировать изучение экономики

Встреча в Стокгольме произошла в переломный момент. В течение 1970-х годов, вдохновленные возросшим публичным интересом к проблемам окружающей среды, выдающиеся ученые-экологи издали книги-бестселлеры и отчеты, утверждающие, что если население Земли, объемы потребления и вместе с ними глобальная экономика продолжат свой рост, то в скором времени в мире истощится запас еды и других ресурсов.

Однако к началу 1980-х эти прогнозы были поставлены под сомнение. Общественность была больше обеспокоена безработицей и экономическим спадом. Избиратели опасались того, что предложенные учеными-экологами меры разрушат или замедлят экономику. Ученые столкнулись с ответной популистской реакцией.

В 1980 году президентом США стал Рональд Рейган, обещавший возобновление экономического роста. Рейган начал кампанию против «экологических экстремистов», о которых он сказал, что они более ценят «кроличьи норы» и «птичьи гнезда», нежели занятость и экономический рост. Высшие должности в Агентстве по охране окружающей среды, Министерстве внутренних ресурсов и Службе охраны лесов были заняты противниками «зеленого» движения. Все крупные экологические распоряжения стали подвергаться

тестам на экономическую рентабельность.

Для оправдания отхода от зеленой политики администрация Рейгана и прочие сторонники роста призвали представителей основного направления экономической науки. Экологические экономисты ответили атакой на экономистов основного направления науки, утверждая, что те могут справедливо определить значение природы и сферы услуг, которую она обеспечивает. Движение экоэкономистов получило масштабную поддержку: Фонд Макартуров, фонд «Пью Черитабл Трастс» и иные крупные организации внесли значительные инвестиции в экологическую экономику. Ведущие лица в области защиты окружающей среды, такие как Эймори Ловинс, Пол Хокен, Билл МакКиббен и Ал Гор, и известные писатели, например Томас Фридман, усвоили их риторику.

Экологические экономисты начали свою деятельность 30 лет назад с целью довести человеческую экономику до «правильного размера» для ее естественной инфраструктуры. Однако сегодня представители этого течения оказались в тупике как в политике, так и в науке, будучи пойманными в капканы своих математических моделей и концептуальных конструкций. Интеллектуальный кризис экологической экономики представляет собой наглядный урок для тех, кто, вместо того чтобы интересоваться настроениями в обществе, обращается к научным теориям для обеспечения интеллектуальной и политической базы для политики по защите окружающей среды.

> Фонд Макартуров, фонд «Пью Черитабл Трастс» и другие организации внесли значительные инвестиции в экологическую экономику

ОТХОД ОТ НЕОМАЛЬТУЗИАНСТВА

Развитие экологической экономики было связано с попыткой отделить науку от неомальтузианской пропаганды предыдущих десятилетий. Во многих обзорах бестселлер Римского клуба 1972 года, «Пределы роста» (The Limits of Growth), был связан со зловещими предсказаниями, например, что через 40 лет на планете закончатся минералы, как например серебро, вольфрам и ртуть. В 1970 году Пауль Эрлих,

Рональд Рейган в 1980 году начал кампанию против «экологических экстремистов»

Последователи неомальтузианской теории доказывали, что мир не сможет наращивать производство продовольствия по мере быстрого роста населения

автор неомальтузианской книги «Популяционная бомба» (The Population Bomb), предсказал глобальную нехватку еды, которая станет причиной голодной смерти миллиарда людей с 1980 до 1989 года — из них 65 миллионов умрут в США. Дальнейшие предостережения появились в «Мировом отчете 2000» (Global 2000 Report), выпущенном в 1980 и годовых отчетах «Состояние мира» (State of the World) Листера Брауна и Института глобального мониторинга.

Последователи неомальтузианской теории доказывали, что мир не сможет наращивать производство продовольствия по мере быстрого роста населения, однако подобное утверждение оказалось в корне неверным. Мировое производство продовольствия в период между 1960 и 2000 годами выросло более чем вдвое, равно как в этот период выросло и производство пищи на душу населения. В 1981 году индийский экономист Амартия Сен, позднее получивший Нобелевскую премию за свое исследование, опубликовал книгу, в которой доказал отсутствие прямой связи голода с недостатком производства пищи. Сен показал, что основными причинами голода являются несправедливости и притеснения — т.е. проблемы находятся в сфере распределения, а не производства. Сен писал: «С такими вводящими в заблуждение параметрами, как выработка пищевой продукции на душу населения, мальтузианский подход в корне уводит нас от проблем, с которыми сталкиваются бедные люди в мире». Индийский экономист отмечал, что после увеличения производства продовольствия на душу населения, мир был успокоен ложным оптимизмом о, прекращении голода.

Экологические экономисты отличались от неомальтузианских катастрофистов в первую очередь акцентом на системной устойчивости, а не на обеспечении человечества ресурсами. Опасения экоэкономистов были сосредоточены не на том, что в мире закончится еда, минералы или энергия, а на том, что человечество может достигнуть «экологического порога», после которого может произойти сбой всей мировой экосистемы. Роберт Констанца и его коллеги писали: «Можно найти близкий аналог-заменитель для традиционных природных ресурсов, как например дерево и уголь, но не для природных экологических систем».

Для экоэкономистов экосистемы являлись «сложными адаптивными системами, характеризующимися исторической зависимостью, сложной динамикой и множеством областей притяжения аттрактора». Предполагается, что такие сообщества или системы развиваются и в результате достигают «адаптивного» или «динамического» равновесия, которое можно смоделировать с математической точки зрения.

Юджин Одум, чья книга «Основы экологии» в течение десятилетий была главной в этой области, изобразил природу как огромную цепь или «организацию с разными уровнями иерархии», восходящую от малых до крупных, более

В развитии новых методов в экологии большое значение сыграла лаборатория Оук-Ридж

всеохватывающих систем (например, от генов, клеток, организмов, популяций, сообществ до экосистем). Роберт Мак-Артур и Эдвард Осборн Уилсон в книге «Теория островной биогеографии», изданной в 1967 году, представили схожий взгляд на эволюцию как на четкое развитие естественных сообществ в сторону насыщения видами. Согласно этой теории, экосистемы существуют в состоянии равновесия, при котором колонизация системы новыми видами балансируется вымиранием уже существующих. Пауль Эрлих проиллюстрировал эту теорию «метафорой самолета». «Исчезновение дюжины винтиков, как и дюжины видов, можно не заметить,— писал он.— Но, с другой стороны, выпадение тринадцатого винтика из закрылка, как вымирание ключевых видов, вовлеченных в азотный круговорот, может привести к серьезной аварии».

ПРОЕКЦИЯ ФИЗИКИ

Экологические экономисты скопировали с термодинамической теории дополненную экологическую картину о том, что природа представляет из себя стесненную адаптивную эволюционную систему. В 1971 году румынский экономист Николас Джорджеску-Реген опубликовал книгу «Закон энтропии и экономический процесс» (The Entropy Law and the Economic Process), в которой он утверждал, что закон энтропии является главным корнем дефицита в экономике. Герман Дейли, один из первых сторонников экологических экономистов и ведущий теоретик того, что он назвал «стабильной экономикой», основывал свои построения на идее о том, что растущая экономика с течением времени расходует энергетический потенциал (например, организация и интеграция) природных систем, в которые она включена. По его утверждению, оптимизм, основанный на «философском камне технологий», требует «временное исключение из законов термодинамики».

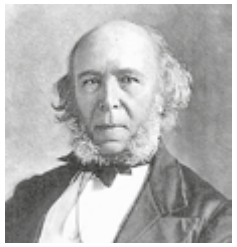
Теоретические методы и идеи, на которых основываются концепции экологических экономистов, возникли в Национальной лаборатории Оук-Ридж в Теннесси после

Институт Прорыва

www.thebreakthrough.org

Американский аналитический центр, основанный в 2003 году. Основная сфера деятельности Института Прорыва — вопросы технологического развития и защиты окружающей среды.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ



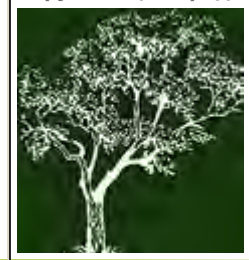
XIX ВЕК
Герберт Спенсер

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ, ОСНОВАННАЯ НА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ

ПОСЛЕ 1945 ГОДА
Оук-Ридж
Внедрение математических методов

1972
Доклад «Пределы роста»

1979
Создание ассоциации экономики окружающей среды и ресурсов



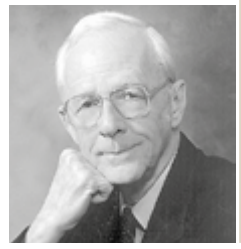
1990
Постепенное слияние «экоэкономики» и «экономики окружающей среды»

Алберт Гор
стал самым известным «зеленым предпринимателем»

XIX ВЕК | XX ВЕК

Со второй половины XX века представление об окружающей среде и возможности ее экологической оценки претерпели значительные изменения. Эволюция научных парадигм как в экологии, так и в экономике к 2010 годам поставила вопрос о необходимости нового взгляда на окружающую среду через призму экономической науки.

1960
Джей Форрестер
Системная динамика



Деннис Медоуз — автор доклада «Пределы роста»

Публикация Римским клубом доклада «Пределы роста» в 1972 году стала крупной вехой в истории мирового движения в защиту окружающей среды.

1982
Стокгольмская встреча экоэкономистов

Говард Одум
Работы Говарда Одума стали основой для концепций экоэкономистов.

2010
Кризис классических теоретических моделей

НЕОКЛАССИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА

Изменения в экономических концепциях окружающей среды

Второй мировой войны. Начиная с 1950-х годов Атомная энергетическая комиссия нанимает множество экологов — к 1970 году их было уже около 80 — вовлекая их в десятки проектов, которые в итоге формируют свойственный для т.н. «Большой науки» подход к компьютерному моделированию того, что в то время называли биомами.

Окруженные физиками в Оук-Ридж, экологи восприняли компьютерное моделирование и иные концептуальные методы, свойственные ранее математическим наукам.

Самым влиятельным экологом этого периода, Г. Е. Хатчинсоном, была развита модель «формальных аналогий» для объяснения структуры и функционирования экосистем. Формальные аналогии были взяты из многих наук, включая статическую механику, спектральный анализ, электрические схемы, стехиометрию, термодинамику, кибернетику и теорию хаоса. В рамках этого подхода любой человек, связанный с математикой и метафорами, обычно взятыми из других наук, мог сконструировать экосистему.

Экологи этого периода предполагали, что «экосистемы функционируют в соответствии с некоторыми всеобъемлющими правилами, которые контролируют структуру и/или функционирование», не проверяя, что их предположение не согласуется с практикой. Эти силы чаще были смоделированы на компьютерах, чем изучены вживую. По мере того как экология становилась формальной наукой, она ошибочно принимала модели за эмпирический результат.

Основанные на теории математические спекуляции по поводу структуры и функционирования экосистем заинтересовали академическое и научное сообщество того времени. Чем более абстрактной и математической была теория, тем больше уважения она приобретала и тем выше был порог для профессионального успеха. Математики наслаждались званиями крупных ученых, не пытаясь провести практические исследования или заработать должность на кафедре математики. В 1974 году Ли ван Валлен, удивительный эволюционный биолог из Чикагского университета, заключил, что математические экологи сформировали «клику» и «новую религию», которая считает сбор фактов «потерей времени».

ФИЛОСОФСКИЕ ОСНОВЫ

Освобожденные от необходимости проверять свои теории на практике, экологи, изучающие экосистемы, строили свои математические модели на основе идей, которые восходят к современнику Чарльза Дарвина, британскому философу и биологу Герберту Спенсеру. Теория Спенсера постулировала «универсальный закон эволюции», который утверждал, что любое скопление живых существ со временем пытается самоорганизоваться в «динамическое состояние равновесия», растрачивая при этом энергию. Этот принцип превратился в теорию для объяснения всего.

В XIX веке в Америке натуралисты, достигшие совершеннолетия во время Гражданской войны, были воспитаны в традициях, которые мы связываем с «креационизмом», заключающемся в том, что полнота и величие Бога отражается в идеальной организации и обильном многообразии природы. Английский поэт XVIII века Александр Поуп торжественно отмечал: «И исчезновение одной ступени разрушило бы всю лестницу; Не важно, какое из звеньев природы ты вырвешь». По словам историка идей Артура Онкена Лавджоя, этот подход превозносит «причину, по которой все существующее является таким, какое оно есть, а не другим», по которой все виды находятся на своем месте и им приписывается самодостаточность, самоорганизованность и «покой» в естественных

Фотография с сайта www.ncseonline.org

Роберт Костанца

сообществах — способность организовываться и поддерживать себя, поскольку Бог сотворил их и оставил в покое.

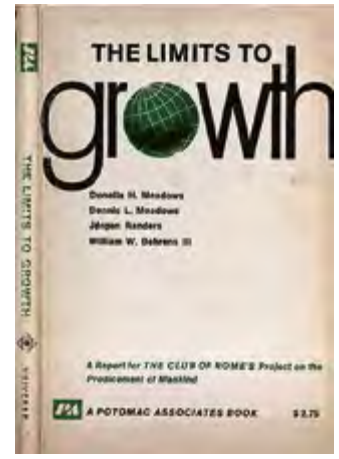
Поскольку теория адаптации Спенсера применяется не только к видам, но и к экологическим сообществам, это позволило сообществам придерживаться теологических корней при охвате концепта эволюции. Предполагая, что мог создать Бог, эволюция сделала еще лучше, биологи перешли от естественной теологии 18 века к ассоциативной экологии 20 века, не потеряв при этом ничего. Если не считать мантию математики, накинутую на нее учеными, экология общества и экосистемы середины 20 века не отличалась от более теологической схемы, которая была унаследована от Спенсера.

Экологические экономисты обратились к изучению экологических систем — системной экологии, которая стала развиваться после Второй мировой войны и утверждала, что экологические системы или сообщества объединены или управляются набором формирующих принципов. Однако сама природа была удивительно безразлична к этой философии. Экологи, вовлеченные в практические исследования, обнаружили, что математические модели, выдуманные теоретиками сообществ и систем, не подтвердились ни одним из наблюдений, кроме как экземпляром помидора, выбранного специально. Если бы экологи-теоретики был заинтересованы в практических доказательствах, то они бы с легкостью фальсифицировали все принципы, которые они проверяли.

> Если бы экологи-теоретики был заинтересованы в практических доказательствах, то они бы с легкостью фальсифицировали все принципы, которые они проверяли

СОМНЕНИЯ ЭМПИРИКОВ

Еще в 1917 году американский ботаник Генри Глисон (1882–1975) подверг сомнению предположение о том, что живой мир организован по принципам выживания или мощными силами. Напротив, он утверждал, что каждое сообщество растений или животных уникально, недолговечно, спонтанно, своеобразно, случайно и само формирует законы для себя. Он считал, что те области, которые изучаются экологами, надо рассматривать в качестве историй, зависящих от своего пути, нежели в качестве сообществ, управляемых правилами и законами. С этой точки зрения экосистемы не эволюционируют, они просто меняются.



Обложка первого издания «Пределов роста»

В целом существует довольно мало доказательств того, что эволюция происходит на уровне всей системы. Новые экосистемы возникают все время, а обнаруженные на одном и том же ареале обитания виды крайне редко эволюционируют совместно. Почти везде можно увидеть и найти приходящие и уходящие виды, многие или большинство из которых появились совсем недавно. Группа из 19 экологов написала в журнале Nature: «Большинство человеческих и природных сообществ в настоящее время состоят как из старожилов, так и из новоприбывших, и появляются экосистемы, не существовавшие ранее».

Если существа просто появляются в некоторых местах по своим причинам, то концепция эволюции не может применяться даже как метафора на уровне сообщества или экосистемы. Как доказывал эколог Уильям Друри, самоорганизующиеся адаптивные экологические сообщества или системы, достигшие и сохранившие динамическое равновесие, являются плодами теоретического воображения, созданным восприятием целостной картины. Не существует динамического порядка, силы или принципов самоорганизации, которые превращают все что угодно в систему.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Практические советы экологических экономистов были не менее сомнительными, нежели основания их экономических построений. Так, по утверждениям экоэкономистов, в отсутствие гарантированного (с их точки зрения) экономического роста из-за технологического развития человечеству необходимо «уменьшить» общий объем экономики. «В условиях роста неуверенности по поводу технологического развития было бы нерационально делать ставку на способности технологий избавить нас от ограничений по ресурсам, — настаивал Роберт Констанца. — Вот почему экологические экономисты благоразумно и скептично относятся к техническому прогрессу».Такая «предохранительная» концепция была отвергнута специалистами в области

> В целом существует довольно мало доказательств того, что эволюция происходит на уровне всей системы

макроэкономики, работавшими с такими показателями, как занятость, инфляция, торговля, продуктивность и национальная конкурентоспособность.

К 1980-м годам в ответ на вызовы, вдохновившие создание экологической экономики, группа ведущих экономистов благосостояния основала Ассоциацию экономистов, специализирующихся в области экологии и природных ресурсов (Association of Environmental and Resource Economists). Эти неоклассические экономисты разработали области экономики окружающей среды, чтобы обеспечить собственный анализ и восприятие кризиса окружающей среды. Термодинамическая теория стоимости ими отвергалась. Вместо этого экономисты окружающей среды в качестве центрального значения анализа и политики окружающей среды предложили понятия «пользы», «благосостояния» и «желания платить».

Практические советы экологических экономистов были не менее сомнительными, нежели основания их экономических построений

Экономисты окружающей среды определяли благосостояние и пользу в рамках предпочтений и количества людей, которые 1) готовы платить (WTP) за хорошие продукты и вещи или 2) готовы и согласны (WTA) отказаться от них. Ими не описывалось загрязнение и иные удары по окружающей среде в рамках энтропических сил, уменьшающих возможность восстановления целостных и интегрированных эволюционных систем. Проблемы окружающей среды диагностировались в качестве внешних рыночных факторов.

Экономисты окружающей среды имели преимущество, поскольку они применяли компоненты, уже существовавшие в экономических теориях, и, следовательно, в анализе стратегий и политическом дискурсе. В течение 1990-х годов группы и агентства в области окружающей среды увеличили свой штат экономистами, чтобы приписать изменение стоимости внешним факторам и обнаруживать сбои рыночного механизма. Дискуссии о балансе затрат и выгоды, конкурирующих кейс-стори о готовности потребителей платить или отказываться от благ начали замещать собой этические доводы и даже политические убеждения.

НЕОКЛАССИЧЕСКИЙ ПОВОРОТ

Под этим влиянием многие экоэкономисты, включая тех, кто был критически настроен к неоклассической экономике, приняли правила игры. Было довольно просто доказать, что люди готовы заплатить больше денег за природу и ту работу, которую она выполняет. Соответственно, вместо того, чтобы продолжать толковать экономические системы в качестве вмонтированных в экологическую систему, экологические экономисты уменьшили свои амбиции до корректирования неоклассических моделей затрат и выгоды для определения более высокой экзистенциальной стоимости природы и меньшей процентной ставки ее использование.

Экологические экономисты закончили тем, что полностью приняли лозунг «экономики благосостояния» (welfare economy), заключавшийся в том, что защита окружающей среды является причиной установления правильных цен. Теория, которая одно или два десятилетия до этого утверждала, что рынок встроен в природу, научилась встраивать природу в рынок.

Прогнувшись под нормативной моделью «готовности платить» и теории полезности затрат, экологические экономисты не были способны сопоставить причины, которые привели к отрицанию рыночного механизма в качестве подхода к пониманию проблем окружающей среды.

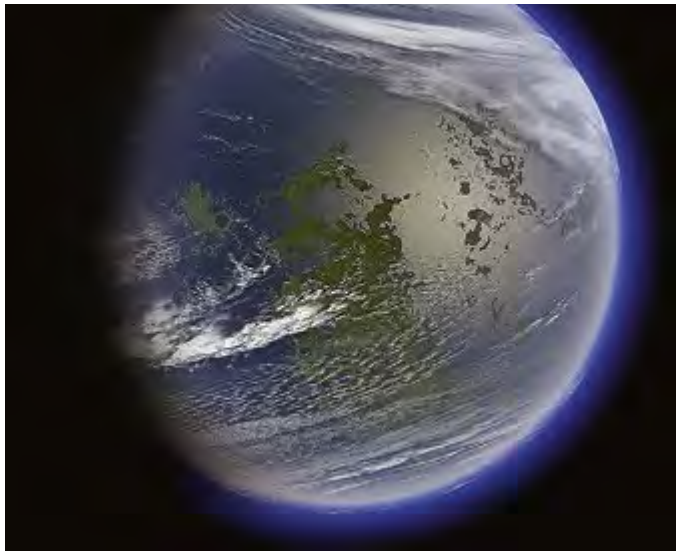
В ответ на революцию в американской экономике, совершенную Рейганом, экологические экономисты последовали за повальным увлечением рентабельностью. Но, сделав так, они невольно сыграли на руку оппонентам. Изменив

Дискуссии о балансе затрат и выгоды, о готовности потребителей платить или отказываться от благ начали замещать собой этические доводы и даже политические убеждения

политический разговор с вопроса «Что является причиной чего?» на «Что является ценой чего?», экономические экономисты заменили этическую модель ответственности на технократическую модель микроэкономики.

ИДЕЙНЫЙ КРИЗИС

Как только политические взгляды, идеологические принципы и умственные убеждения стали рассматриваться в качестве предпочтений потребителей, движение в защиту окружающей среды скатилось до состояния еще одной «заинтересованной группы», пытающейся отвоевать свой кусочек экономического пирога. И проблема защитников окружающей среды заключалась не в том,



Современные экологи перешли к более эмпирической, глисоновской, концепции

что они проигрывали эпические битвы по рентабельности в течение 1980-х и 1990-х годов. Они более чем сохранили свои позиции в «темном искусстве» формирования функций общественного благосостояния (social welfare).

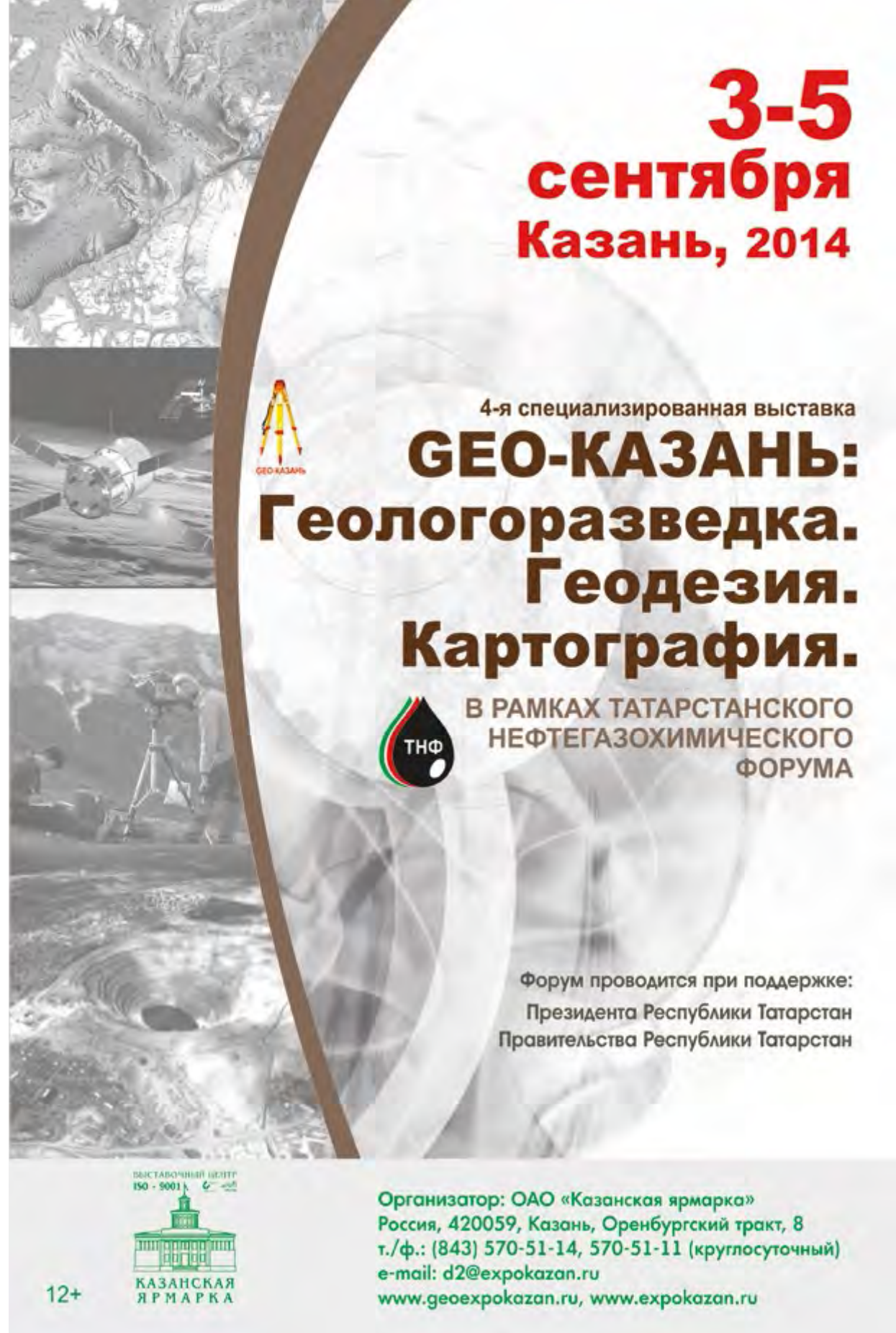
Когда защитники и оппоненты дела защиты окружающей среды осваивают дискурс сбоев «рыночного механизма» и внешних социальных факторов, они ассимилируют свои пограничные политические идеи и сглаживают моральные нравоучения «зеленых», превращая политический диалог в более безопасный для анализа.

В результате экоэкономисты превратились в «более экологическое крыло» экономистов окружающей среды, выросших из стандартной неоклассической теории. Это исчерпало энергию дисциплины. Экологические экономисты стремились быть революционными, но теперь наука отклоняет их стремление к трансформациям. Как экология, так и экономика изменились, но совсем не из-за подъема экологической экономики.

Современные экологи перешли к более эмпирической, глисоновской, концепции, кратко формулируемой словами известного теоретика экологии Стивена Хаббела: «Виды приходят и уходят. У экологических участков нет ни структуры, ни функции. У них есть история». Экономическая наука также продвинулась. Как раз в то самое время, когда экологическая экономика вписалась в традицию неоклассической экономики государства всеобщего благосостояния, эмпирические исследования в области экономики поведения и экспериментальной экономике поставили под вопрос основания неоклассической экономики. Экономисты-эмпирики обратились к изучению поведения институтов и индивидуумов, вместо того чтобы продолжать моделировать абстрактные функции систем.

Сегодня экологические экономисты пытаются выстраивать свои теории на основе ценообразования на «услуги» и выгоды, предоставляемые экосистемами. Однако такой подход сторонников окружающей среды обречен на провал. Если вопросы защиты окружающей среды по большому счету оформлены как вопросы обеспечения экономического благоденствия, государственные деятели, да и само общество почти постоянно останавливают свой выбор на какой-либо стратегии, которая обещает больший экономический рост, больше производства и рабочих мест.

Сейчас экологическая экономика достигла периода своего упадка и старения. Она поддерживает существование в академических кругах концепции «Великой цепи бытия» и устаревшей экономики рентабельности. Противоречия, в которых застряли экологические экономисты, уводят моральную силу, которая однажды так поддерживала науку о защите окружающей среды. Моральная сила может вернуться, если сторонники окружающей среды не будут предписывать выполнения различных задач обществу, а помогут обществу достичь целей, которые у него уже имеются. Тогда защитники окружающей среды смогут сформировать природную среду будущего, а не только моделировать окружающую среду прошлого и превращать ее в деньги. ■



Дмитрий Жиров

научный сотрудник,
начальник отдела
Геологический институт
Кольского научного центра РАН

Вадим Рыбин

старший научный сотрудник,
кандидат технических наук,
доцент
Горный институт Кольского
научного центра РАН

Сергей Климов

ведущий инженер
Геологический институт
Кольского научного центра РАН

Галина Мелихова

главный гидрогеолог
ОАО «Мурманская
геологоразведочная
экспедиция»

Александр Завьялов

инженер
ОАО «Ковдорский ГОК»

Проведение комплексного инженерно-геологического районирования

для обоснования объектов и видов работ по закреплению/стабилизации уступов карьера

ЧАСТЬ II

Аннотация

На примере Ковдорского бадделеит-апатит-магнетитового месторождения рассмотрены результаты комплексного инженерно-геологического районирования, а также обоснования комплекса мероприятий по обеспечению безопасности горных работ. Это дает возможность адекватной оценки и управления рисками за счет своевременного планирования и осуществления мероприятий по стабилизации уступов карьера.

Ключевые слова:

районирование, прогноз, опасные геологические (геофизические) и техногенные процессы, массив пород, карьер, рудник

Современные реалии горного дела в условиях обостряющегося дефицита невозобновляемых природных ресурсов предопределяют необходимость освоения все более глубоких горизонтов месторождений твердых полезных ископаемых (ТПИ)

В соответствии с развиваемой Горным институтом КНЦ РАН концепцией оценки устойчивости, учитывающей одновременное действие значительных тектонических и гравитационных напряжений, к наиболее опасным относятся участки (выделено красной заливкой на рис. 1):

– разгруженные, где фактически измеренные значения НДС меньше расчетных;

– контрастных флуктуаций параметров НДС;

– с проявлением обстановки растяжения (с отрицательными значениями напряжений).

Таким образом, на основе анализа результатов исследований современного поля напряжений в приконтурном массиве пород наиболее благоприятными зонами с точки зрения геомеханики являются северный и северо-западный участки, окрашенные на схеме районирования (рис. 1) зеленым цветом. В пределах этих зон массив пород умеренно сжат, а максимальная компонента главных напряжений σ_{max} — субгоризонтальна со значениями в среднем 10–30 МПа.

Менее благоприятными зонами представляются южный и юго-восточный участки борта карьера, которые отображены светло-зеленым и желтым цветом. Здесь напряженное состояние массива пород характеризуется меньшими значениями действующих напряжений, σ_{max} в половине измерений субвертикальна (сжатие от 6 до 12–15 МПа), а минимальная компонетна главных напряжений σ_{min} изменяется в пределах от 0,5 до 9 МПа. Розовым цветом отмечены наименее благоприятные участки, которые характеризуются:

– локальными зонами растяжений (до -2 МПа);

– контрастными параметрами НДС (от -2 до 15 МПа, изменчивость ориентации главных осей);

– наличием в массиве пород геолого-структурных неоднородностей высокого ранга, параметры залегания которых относительно конечного контура карьера могут представлять опасность для устойчивости группы уступов.

> Для наиболее проблемных участков необходимо, прежде всего, применение щадящей технологии взрывных работ

Таким образом, по результатам районирования наиболее опасными с точки зрения НДС являются В, ЮВ и СЗ участки борта карьера. При этом для верхних, дезинтегрированных, горизонтов этот фактор не считается значимым (в ходе выветривания и дезинтеграции пород произошла разгрузка). Для наиболее проблемных участков необходимо, прежде всего, применение щадящей технологии взрывных работ в ходе постановки уступов в конечный контур, а также разработка специальных мероприятий по разгрузке массива и по закреплению уступов.

Фактор структурных неоднородностей, разрывной тектоники и трещиноватости с опасным залеганием относится к наиболее важным

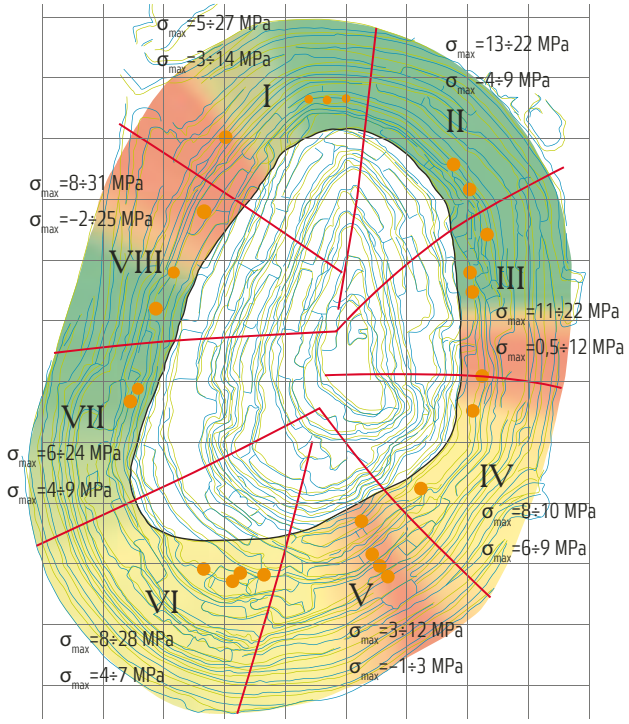


Рис. 1. Схема районирования карьера рудника «Железный» по величинам действующих напряжений с учетом геолого-структурных особенностей строения массива горных пород

I–VIII — инженерно-геологические секторы

● места заложения наблюдательных станций

- наиболее благоприятные зоны с точки зрения действующих в массиве пород напряжений
- менее благоприятные зоны
- наименее благоприятные зоны

и значимым. Все остальные без исключения геолого-геофизические процессы и явления либо управляются, либо реализуются при непосредственном влиянии элементов разрывной тектоники. Поэтому их изучению уделено особое внимание.

Основой компиляции, обобщения и анализа структурных неоднородностей и трещиноватости являлось несколько баз данных пространственно распределенных замеров. Прежде всего, это данные картирования трещиноватости за исторический период 1970–2012 гг. (около 18 000 замеров), собранные сотрудниками ВИОГЕМ [1ф–3ф; 8ф]. Особенностью этого массива данных является точная привязка в местных координатах рудника и длительность периода наблюдений, позволяющая восстановить картину трещиноватости с учетом уже отработанных блоков карьера. Огромная база данных точных замеров (около 25 000) накоплена в период 2008–2013 гг. в ходе документации ориентированного керна инженерно-геологических скважин, выполненной Геологическим институтом КНЦ РАН совместно с ОАО МГРЭ [4ф–7ф]. Информативность этой выборки трудно переоценить: к керну точно привязана фотодокументация, геологическое описание, графики геофизических исследований скважин (ГИС), результаты межскважинного акустического просвечивания, данные замеров плоскостных элементов, кинематических признаков смещения и многое другое. Весь этот объем материалов служит основой для 3D моделирования всех значимых структурных неоднородностей законтурного массива на 150–200 м вглубь, что выполняется впервые в отечественной и, возможно, в мировой практике. Достижения в этом направлении позволяют точно геометризовать и прогнозировать положение элементов разрывной тектоники с точностью привязки менее 1 м. Кроме того, многопараметрическая система документации и обработки трещиноватости в совокупности с современными инструментами 3D визуализации и анализа предоставляют возможность достаточно тонко идентифицировать

Огромная база данных точных замеров (около 25 000) накоплена в период 2008–2013 гг.

и дифференцировать элементы, а также осуществлять прослеживание и геометризацию интересующих структур относительно текущего и вариантов проектного контура карьера (рис. 2).

Оценочными критериями опасности структурной неоднородности служат:

– залегание относительно борта карьера;

– линейные размеры, притертость / тектоническая проработка поверхности;

– интегральное качество поверхности (сцепление) и масштаб потенциально возможной деформации.

К опасным структурным элементам отнесены (от наиболее к наименее):

– разломы с отчетливо проявленной внутренней и внешней зоной дробления, катаклаза и милонитизации с падением под 33–60° в сторону карьерной выемки;

– протяженные разрывные нарушения и дизъюнктивы (с установленным характером относительного смещения и хорошо притертыми зеркалами скольжения и глинкой трения) с падением под 33–60° в сторону карьерной выемки;

– протяженные центриклинальные трещины с волнистой формой поверхности и существенным раскрытием берегов;

– пересечение двух и более трещин, линия сопряжение которых падает в сторону карьерной выемки под углом 40–70°;

– зоны трещиноватости и катаклаза;

– протяженные притертые трещины и тектонизированные контакты геологических тел с падением под 33–60° в сторону карьерной выемки и др.

Результаты обработки и анализа трещиноватости, а также 3D моделирования сведены в слой инженерно-геологического районирования по критерию значимых структурных неоднородностей (рис. 3). В нем учтены сведения по тектонике и трещиноватости, а также применен подход зонирования по секторальному признаку (с выделением относительно однородных по параметрам трещиноватости секторов). Из структурных неоднородностей на карту вынесены только подпадающие под категории весьма опасные и опасные (разломы и разрывные нарушения максимальных рангов), из которых два — в пределах ЮВ и В участков борта — сопровождаются масштабными

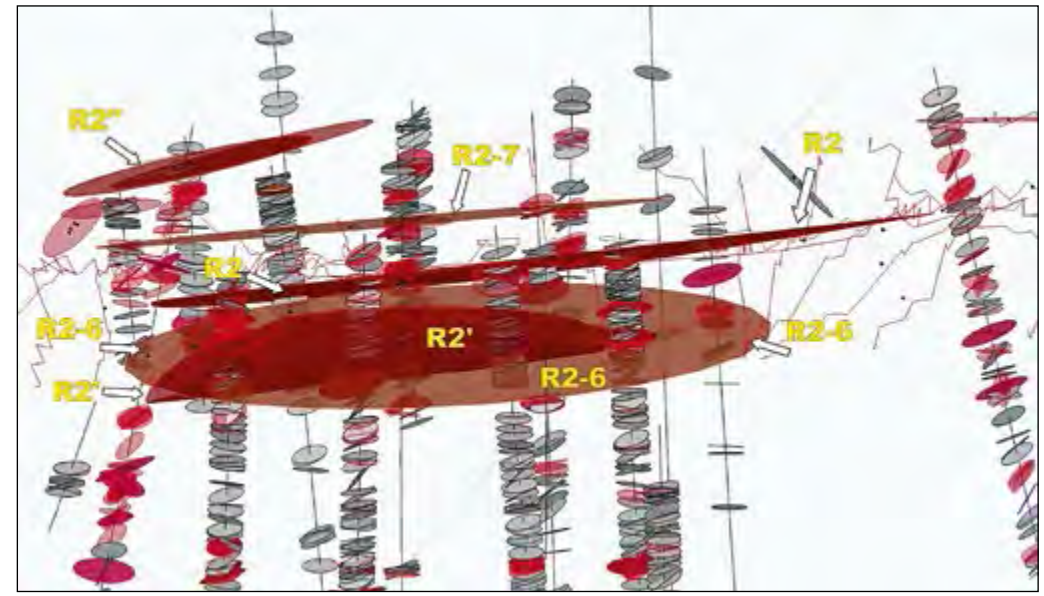


Рис. 2. Пример 3D анализа и геометризации основных тектонических элементов ослабленной зоны на ЮВ борту карьера: подсечение в ИГ-скважинах и положение основных структурных элементов относительно друг друга, вид сверху вниз вдоль разлома R2, контуры карьера скрыты. Розовые и красные интервалы — в различной степени тектонизированные элементы по данным документации ориентированного керна

Наибольшую опасность представляют крупнообъемные участки с неустойчивым состоянием массива пород с возможностью реализации масштабных плоскостных или комбинированных обрушений группы уступов или всего борта в целом

обрушениями и развитием крупнообъемных деформаций / обрушений плоскостного типа. Поэтому они являются первоочередными для изучения, анализа и принятия решений по стабилизации /закреплению. Остальные элементы с угрожающим для устойчивости уступов залеганием используются в районировании наряду с другими факторами интегрально или индивидуально при анализе ситуации и рисков на локальных участках (в ходе более крупномасштабных исследований).

Фактор деформаций и нарушения целостности уступов и участков борта. Как уже отмечалось выше, обнаруживается тесная связь деформаций с разрывной тектоникой, однако она не является полностью обусловленной и на 100% коррелируемой. В карьере задокументировано множество структурных элементов, которые индивидуально и в сочетаниях (клиновидных подсечениях) образуют критические залегания по отношению к элементам конструкции карьера, однако фактически реализуется в виде деформаций и обрушений только часть из них. Таким образом, мы считаем этот фактор интегральным результатом проявления совокупности нескольких видов негативных геолого-геофизических и техногенно-индуцированных явлений / процессов.

Наиболее типичными задокументированными деформациями в карьере рудника «Железный» являются (по степени уменьшения распространенности):

– осыпи и вывалы скальных пород незначительных объемов (до первых десятков м^3);

– разномасштабные клиновидные и комбинированные обрушения (от первых м^3 до первых тысяч м^3);

– малообъемные плоскостные обрушения (от первых м^3 до первых сотен м^3);

– оползни дезинтегрированных пород приповерхностной части карьера (десятки–тысячи м^3);

– плоскостные обрушения средне- и крупнообъемные (от десяти до первых сотен тыс. м^3).

Отмечается следующая вертикальная специализация деформаций. К приповерхностным разрушающим деформациям относятся осыпи, фильтрационные деформации, оплывание, выпор, поверхностная эрозия. Глубинные разрушающие деформации включают оползни, различные виды обрушений, крупные оплывины [1]. Наибольшую опасность представляют крупнообъемные участки с неустойчивым состоянием массива пород с возможностью реализации масштабных плоскостных или комбинированных обрушений группы уступов или всего борта в целом.

Из выявленных наиболее опасных (категории весьма опасных–опасных) структурных неоднородностей стоит отметить зоны фактических и возможных обрушений — оползней на В и ЮВ бортах карьера, приуроченных к соответствующим крупным тектонизированным зонам ослабления / разрывным нарушениям. Они имеют значительную протяженность по простиранию и на глубину, геометризованы и заверены по результатам проводки многочисленных инженерно-геологических скважин. Остальные фактически проявленные нарушения целостности и формы уступов могут быть отнесены в зависимости от масштабности к категориям опасные–менее опасные элементы.

Таким образом, по результатам проведения тематических исследований нами получена серия карт–слоев карт, характеризующих места проявлений и ранжирующих степень интенсивности по одному или более видам рассматриваемых процессов и/или явлений. Пространственное совмещение/наложение нескольких (наиболее интенсивно проявленных) опасных факторов в одном месте маркирует первоочередные участки для первоочередного внимательного рассмотрения вопроса о необходимости их закрепления. С целью упрощения принятия

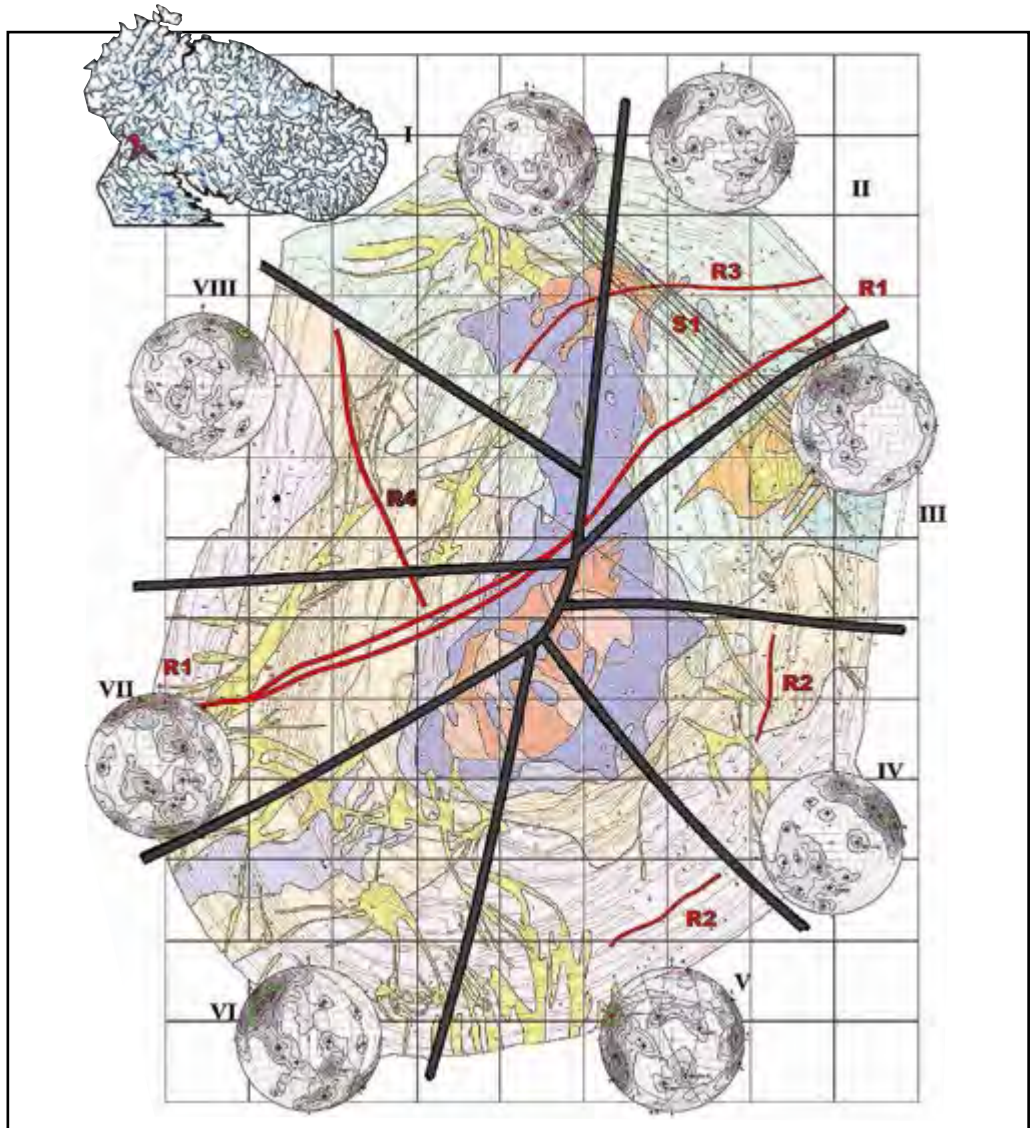


Рис. 3. Карта-схема инженерно-структурного районирования Ковдорского бадделеит-апатит-магнетитового месторождения по критерию «структурные неоднородности» [4ф, 5ф]

- Фениты
- Ийолиты
- Пироксениты
- Оливиниты
- Скарны
- Карбонат-тетрафлогопит-тремолитовые породы

Силикатные руды:
- комплексные железистые (КЖР);
- маложелезистые апатитовые (МЖАР)

Карбонатные руды:
- комплексные железистые (КЖР);
- маложелезистые апатитовые (МЖАР)

Карбонатиты:
- крупные тела
- Границы структурно-геологических секторов
- VI Номер структурно-геологического сектора
- Стереограмма трещинной тектоники для сектора
- R1 Разломы максимальных рангов

Соответствие рекомендованных типовых способов крепления/стабилизации элементов конструкции карьера выявленным разновидностям структурных неоднородностей

№	Тип структурных неоднородностей	Рекомендованные типовые способы крепления, стабилизации и сохранения устойчивости конструкции карьера
1	Зона дезинтеграции пород (площадная и линейная кора выветривания)	Приведение склона к углу естественного откоса, проведение профилактических и склоноукрепительных мероприятий: перехвата и отвода грунтовых вод (осушение–дренаж вокруг объектов эрозии), засева склона растительностью, обустройства укрепительной обрешетки, закрепления поверхности склона проливкой специальных составов, забутовки оврагов и оползней скальной породой и др.
2	Нарушенная зона верхней части уступа и приконтурного массива	Сетчатая, пассивная анкерно-сетчатая и тросово-сетчатая крепь/завесы.
3	Зона развития мало- и среднеобъемных деформаций клиновидного и комбинированного типов	Активная (предварительно нагруженная) и/или пассивная анкерная (анкерно-штанговая и анкерно-тросовая крепь) с заведением замка за поверхность вглубь массива пород трещин на 3–5 метров.
4	Зона развития мало- и среднеобъемных деформаций плоскостного типа (нарушение устойчивости части уступа)	Групповое анкерное крепление предварительно нагруженными штангами (нагелями) с заведением замка за поверхность вглубь массива пород трещин на 3–5 метров и анкерами с тросовым или сеточным закреплением поверхности склона–уступа.
5	Протяженная «ослабленная» зона в виде ровной или волнистой плоскости (или пакета плоскостей), потенциально опасная с точки зрения реализации обрушения плоскостного типа в пределах уступа–нескольких уступов	Изменение конструкции карьера или групповое предварительно натяженное анкерно-тросовое (тяжи), штанговое (анкерное) или свайное крепления с заведением замка за поверхность вглубь ненарушенного массива пород на 5, 8 и 10 м, дополнительно – варианты смоло-полимерного инъецирования – омоноличивания поверхности (-ей) разрывного нарушения.

таких решений был проведен поиск соответствий типовых вариантов и схем закрепления/стабилизации уступов для выделенных разновидностей инженерно-геологических осложнений (структурных неоднородностей). В первую очередь все объекты были классифицированы по уровню глубинности закрепляемого объекта (от поверхности уступа/склона) с выделением 3 основных типов:

– ближняя зона (до 3–6 м от контура);

– средняя зона (от 5 м до 15–18 м от контура);

– дальняя зона (от 20 м до 100–120 м от контура).

Этим группам соответствуют основные типы нуждающихся в закреплении/стабилизации объектов:

– приповерхностная площадная зона интенсивной дезинтеграции пород, линейные с штаффелитами зоны дезинтеграции пород и зоны тектонического дробления и катаклаза;

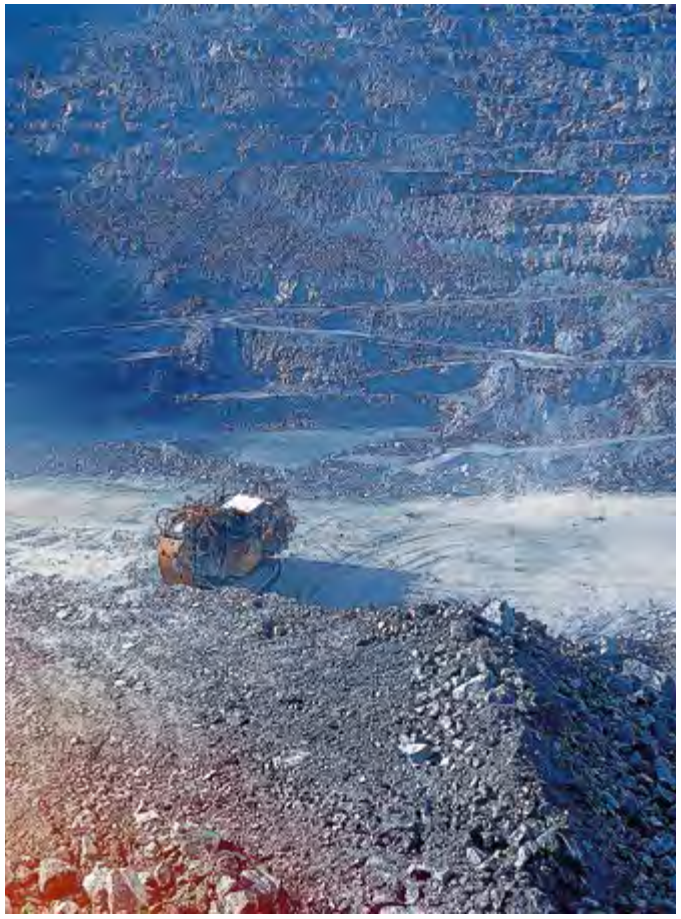
– техногенно нарушенная зона верхней части уступа и приконтурного массива;

– зоны интенсивного развития клиновидных и комбинированных мало- и среднеобъемных деформаций, опасных с точки зрения развития нарушения целостности/устойчивости части уступа;

– зоны развития плоскостных структурных элементов и отдельные крупные трещины — разрывные нарушения, опасные с точки зрения развития деформаций и обрушений уступов–групп уступов.

Таким образом, в соответствии с этими классификациями определилось 5 групп объектов по целевому предназначению закрепления во взаимосвязи с рекомендованными, оптимальными по достигаемому эффекту способами, средствами и технологией закрепления (см. таблицу).

При этом были учтены: пространственное положение и морфология структурной неоднородности, границы и интенсивность проявления различных опасных геолого-геофизических процессов, глубина закрепляемой зоны, используемые материалы и методика крепления, объем возможной деформации, величины ожидаемого гравитационного давления и действующих сил в опасной



Основной продукцией Ковдорского горно-обогатительного комбината являются железная руда, аппатитовый и бадделитовый концентраты

плоскости или поверхности и др. Например, для техногенно нарушенной трещиноватой приповерхностной зоны уступов целевым предназначением будет предотвращение вывалов и падений кусков/отдельностей породы, а для протяженной притертой плоскости, падающей под углом 33–60° в сторону карьерной выемки, в средней зоне дальности необходимо достичь закрепления вышележащего («висячего») блока (частично разбитого и дезинтегрированного) с мало нарушенной («подстилающей») частью массива пород. Очевидно, что для этих случаев применяемые расчетные схемы, способы, техника и методы закрепления различаются принципиально: для приповерхностной разбитой части уступа целью является предотвращение смещений отдельных кусков и блоков относительно друг друга (сетчатая, анкерно-сетчатая или анкерно-тросовая завеса), а для плоскости — удержание подвешенной части массива пород за счет сил трения и прочности на растяжение и срез элементов крепи (анкерная пассивная или предварительно натяженная крепь с заведенными замками за поверхность структурной неоднородности).

Результаты проведенного инженерно-геологического и геомеханического районирования в целях оптимизации работ по закреплению/стабилизации уступов и участков борта выявили и ранжировали по интенсивности проявления опасные геолого-геофизические факторы, наметили первоочередные объекты для проведения специализированных работ с обоснованием целесообразности, важности и очередности выполнения мероприятий по закреплению/стабилизации. Также показана невозможность применения только одного типового технического решения в масштабе всего карьера. При этом следует акцентировать внимание на факторе времени — своевременности принятия решения. В качестве примера показателен ЮВ участок борта карьера (см. R2 в секторе V на рис. 3), в отношении которого момент для разработки и осуществления мероприятий по закреплению был упущен по ряду объективных обстоятельств. К настоящему времени практически все интересующие уступы уже поставлены в конечное положение, препятствующее доступу людей и техники к необходимым горизонтам. Соответственно предприятие поставлено перед необходимостью внесения коррекции в действующий проект с частичным изменением конструкции элементов контура на этом участке. В противоположность этому в отношении подобной по масштабу и опасности крупной структурной неоднородности — разлома R2 (№ 62) на В борту (см. сектор IV рис. 3) — еще сохранилась возможность разработки и реализации проекта по закреплению участка. Таким образом, заблаговременное проведение инженерно-геологического и геомеханического районирования позволяет повысить точность и обоснованность прогноза рисков нарушения устойчивости элементов конструкции карьера на различных этапах развития рудника, а также своевременно обосновать комплекс мероприятий по обеспечению безопасности горных работ. Тем самым у предприятия появляется реальная возможность для адекватной оценки и управления рисками за счет своевременного планирования и осуществления соответствующих мероприятий.

По результатам выполнения всех промежуточных стадий и операций, связанных с инженерно-геологическим и геомеханическим районированием в карьере рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК», было выделено в рамках действующего проекта отработки 7 первоочередных объектов, для которых предложены рекомендации и типовые решения по техническим средствам и технологиям закрепления/стабилизации элементов конструкции карьера. В настоящее время исследования продолжаются в направлении адаптации результатов к вариантам конечного контура нового проекта и к промежуточным опасным состояниям рабочих уступов.

К настоящему времени практически все интересующие уступы уже поставлены в конечное положение, препятствующее доступу людей и техники к необходимым горизонтам

Приведенные в настоящей статье результаты получены при финансовой поддержке грантов РФФИ 12064 офи_м (науч. рук. проф., д.т.н. А. А. Козырев) и РФФИ 12055 офи_м (науч. рук. акад. РАН Ф. П. Митрофанов), а также хоздоговоров НИР с ОАО «Ковдорский ГОК». ■

Список литературы и фондовых источников размещен в электронной версии журнала

Александр Косачёв

журналист

Наводнение в Алтайском крае

Аннотация

В статье рассматривается наводнение, произошедшее в Алтайском крае весной 2014 года. Дано описание общих гидрогеографических условий региона и истории крупных наводнений. Подробно рассматривается ход событий при наводнении, анализируется работа спасательных органов и метеорологической службы. Приводится ряд экспертных оценок возможного повторения наводнения в регионе.

Ключевые слова:

наводнение, Алтайский край, река Обь, МЧС

На протяжении всего XX века примерно каждые 10 лет Алтайский край захлестывали сильные наводнения. В эту печальную статистику точно войдет июнь 2014 года: новое стихийное бедствие в районах рек Обь, Бия, Катунь и Чарыш по масштабам разрушений побило все предыдущие рекорды. «Большая вода» держалась больше месяца, стоимость восстановительных работ оценили в 5,9 млрд рублей, а угроза новых сезонных паводков осталась высокой

Наводнение в Бийске

КАРТИНА БЕДСТВИЯ

Алтайский край относится к числу наиболее подверженных риску наводнений регионов Сибири. Бассейн Оби, образованный слиянием рек Бия, Катунь, Чарыш и Алей, занимает 70% западной и центральной территории края, которая имеет преимущественно равнинный характер.

Одно из первых задокументированных упоминаний о необычайно сильном подъеме воды в районе Барнаула относится к весне 1793 года. С конца XIX века стал осуществляться регулярный учет уровня Оби. В XX веке крупные паводки отмечались в регионе практически каждые 10 лет — в 1920, 1928, 1937, 1954, 1958 и 1969 годах. А после 1985 года критический уровень воды в столице края был превышен 14 раз.

Самые крупные подтопления пришлись на весну и начало лета 1937 и 1969 годов: Обь поднялась на 763 см и 737 см над нулевым уровнем водомерного поста соответственно. В конце 1960-х из-за наложения первой и второй волн паводка высокая вода стояла долго, был нанесен сильный урон Чемальской ГЭС. В последний раз серьезная кризисная ситуация сложилась в 2010 году: из-за сильного промерзания грунта, снежной зимы и быстрого таяния снега Обь в районе Барнаула поднялась на 643 см. Но в начале июня 2014 года новое стихийное бедствие в районах рек Бия, Катунь, Чарыш, а также в Республике Алтай, Хакасии и Туве побило все рекорды.

> По предварительным подсчетам, от стихии постра дало более 38 тысяч человек в Алтайском крае, Республике Алтай, Хакасии и Туве

Весной этого года первый сильный паводок пришел в апреле, когда из-за аномальной жары озера, а в частности Телецкое озеро, расположенное на территории Республики Алтай, стали вскрываться ото льда на три недели раньше обычного срока. Предполагалось, что в этом году паводковая ситуация в регионах России будет благоприятной, так как после мягкой и малоснежной зимы талые воды будут беспрепятственно впитываться в почву. Еще в декабре 2013 года глава МЧС заявил журналистам, что в 2014 году его ведомство

катастрофических наводнений не прогнозирует.

Но в конце мая из-за проливных дождей на юге Сибири в реках региона произошел резкий подъем уровня воды. В результате было снесено свыше 330 мостов и переходов, разрушено более 430 км дорог и затоплено 15 тысяч домов.

По предварительным подсчетам, от стихии пострадало более 38 тысяч человек в Алтайском крае, Республике Алтай, Хакасии и Туве. Большую воду не ждали: в своих прогнозах на май синоптики предполагали, что месячное количество осадков будет в пределах нормы — не более 51 мм, в конце апреля экстренные службы и местные власти рассчитывали, что подъем не превысит 50 см. За несколько дней до катастрофы министр природных ресурсов и экологии Сергей Донской обещал, что в Якутии, в Магаданской области и в других регионах, где есть угроза затопления, установят оборудование для точного прогнозирования, обследуют дно рек, просчитают гипотетическую широту разлива. Но выполнить все эти обещания власти не успели. Единственное, что успело сделать МЧС, это усилить свои местные подразделения в два раза.

Режим чрезвычайной ситуации в Алтайском крае, Республике Алтай и Хакасии был введен 31 мая. А в официальном сообщении МЧС от 2 июня сообщалось, что в результате сильных дождей, прошедших в период с 26 по 30 мая в Республике Алтай и юго-восточных районах Алтайского края, значительно повысился уровень воды в реках Бия, Чарыш, Катунь, Ануй, Песчаная и в реке Обь. В этом же сообщении говорилось, что 2 и 3 июня уровень воды в реке Обь в районе Барнаула может достигнуть опасных отметок.

МЧС развернуло крупномасштабную операцию, сосредоточив в зоне бедствия более 2000 спасателей и постепенно подтягивая новые силы. По словам главы ведомства Владимира Пучкова, были задействованы авиация, лодки, катера, специальная техника, оборудование и снаряжение для работы в зонах подтопления. Одновременно с этим были развернуты пункты временного размещения для пострадавших.

Полпред президента Российской Федерации в Сибирском федеральном округе Николай Рогожкин отдал распоряжение увеличить пропуск воды через плотину Новосибирской ГЭС. В итоге 7 июня сброс с Новосибирского водохранилища был увеличен на 30%, но данная мера была предпринята лишь для стабилизации паводковой обстановки на территории Алтайского края, который к тому моменту уже в полной мере почувствовал на себе разрушительную силу наводнения.

Работу спасательных служб осложнило нежелание жителей в зоне наводнения и потенциально опасных районов эвакуироваться. Для населения Алтая паводок — привычное явление. Хотя муниципальные власти и приняли предупредительные меры по оповещению об угрозе, большинство все равно полагало, что в этом году власти переоценивают угрозу. В итоге мало кто был готов к тому, что сезонное половодье обернется наводнением. Так, критическую для Бийска отметку в 420 см вода с легкостью преодолела и превысила почти на три метра, максимальное зафиксированное значение — 713 см. В итоге тех, кто не покинул свои дома заблаговременно, спасатели были вынуждены снимать с крыш. Тем не менее некоторые пострадавшие настаивают на том, что никакой информации о надвигающемся наводнении не было: люди, покидая уже на половину затопленные жилища, едва успевали забирать документы.

Анализируя действия различных служб в условиях чрезвычайной ситуации, независимые эксперты отметили эффективную работу МЧС, по крайней мере в информационном ключе, и оперативность правоохранительных органов. С их точки зрения, большинство вопросов вызывал уровень подготовки к подобным катаклизмам отдельных муниципалитетов, но здесь ряд спорных моментов специалисты были готовы списать на недостаточность материально-технической базы.

После 10 июня уровень воды в реках начал активно спадать. Но даже спустя почти две недели многие жилые дома и дачные участки так и остались подтопленными. Всего на помощь населению и на ликвидацию последствий в Сибирском федеральном округе было

Работу спасательных служб осложнило нежелание жителей эвакуироваться из зон наводнения и потенциально опасных районов

Подтопленные сельские дома

привлечено более 3000 человек и свыше 800 единиц техники. 23 июня главный военный эксперт МЧС Эдуард Чижиков сообщил журналистам, что в зоне чрезвычайной ситуации неотложные аварийно-восстановительные работы были выполнены. Пострадавшим же осталось только ждать своей очереди, когда власти смогут выплатить компенсацию за частично или полностью утраченное имущество.

ОШИБКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

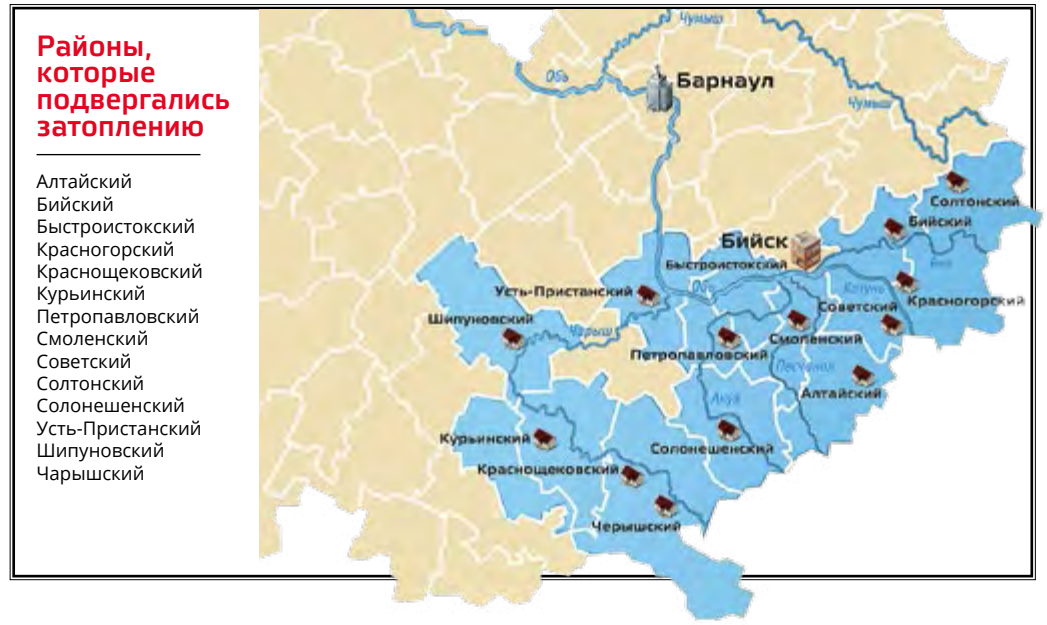
Высокую точность прогнозирования разлива рек может обеспечить скрупулезный и продолжительный сбор статистических данных о состоянии речного стока и его зависимости от осадков. В теории предсказать приход паводка в Алтайском крае возможно: первостепенной причиной наводнений в этом регионе становятся осадки, а на втором месте находится таяние снегов на горных склонах. В начале лета 2014 г. эти факторы наложились друг на друга, что и привело к катастрофе.

Тогда, казалось бы, достаточно спрогнозировать обильные осадки, чтобы встретить надвигающуюся стихию во всеоружии. Но при текущем развитии метеорологической науки синоптики из Гидрометцентра России способны точно предсказать погоду лишь на шесть дней вперед. Определить характер погоды за два месяца невозможно, и даже самая развитая сеть гидрометеорологических станций может предоставить сводку лишь на предстоящую неделю. И такая ситуация характерна не только для России, но и для всего мира.

Определенную роль в предупреждении наводнений могли бы сыграть наблюдения со спутников, и при Роскосмосе сейчас действует специальный Центр оперативного мониторинга. Однако в его задачи входит не составление прогнозов, а обработка данных уже после свершившегося события, в том числе и по запросу МЧС. По словам заведующего лабораторией дистанционного зондирования Земли из космоса Института географии РАН Льва Десинова, в России нет действующих программ по прогнозированию стихийных бедствий. В качестве примера альтернативной политики он приводит Тайвань, где четыре центра заняты космическим мониторингом.

В Институте водных и экологических проблем СО РАН считают, что для предотвращения затопления в будущем необходимо создать современную информационно-моделирующую систему прогнозирования гидрологического поведения рек Алтайского края, которая снабжала бы оперативными данными МЧС, административные структуры и население. В Западной Европе и США такие системы уже существуют, но России для этого не хватает средств и квалифицированных специалистов.

Вода затопила центральные улицы Бийска



Районы, которые подвергались затоплению

Алтайский
Бийский
Быстроистокский
Красногорский
Краснощековский
Курьинский
Петропавловский
Смоленский
Советский
Солтонский
Солонешенский
Усть-Пристанский
Шипуновский
Чарышский

ВОЗМОЖНО ЛИ ПОВТОРЕНИЕ?

По словам руководителя Алтайского краевого Гидрометцентра Александра Люцигера, наводнение могло быть и более разрушительным. В самом начале повышение уровня воды в реке Обь близ Барнаула замедлилось, так как первую волну паводка приняла абсолютно сухая пойма. Но это значит, что в другой раз ситуация может оказаться более серьезной.

«Нам нужен такой уровень организации работы, который обеспечил бы своевременное предупреждение и прогноз развития событий, для того чтобы мы имели меньше ущерба и могли оперативно и адекватно работать», — заявил глава администрации Алтайского края Александр Карлин на оперативном совещании 4 июня. Его поддержал глава МЧС Владимир Пучков, выступив с предложением «встряхнуть Росгидромет».

Но пока в районах, подверженных наводнениям, единственным выходом остается строительство противопаводковых водохранилищ, которые выравнивают сток рек в зависимости от времени года. Но и они не могут дать абсолютной гарантии безопасности. Эти водохранилища преимущественно рассчитаны на половодья и паводки особой мощности, которые происходят не чаще одного раза в 100 лет. В остальных случаях на первое место выходит задача по сохранению самого гидроузла, повреждение которого может повлечь еще больший ущерб. Стоит также добавить, что на территории Алтайского края в данный момент функционирует 219 гидротехнических сооружений, но по результатам проверки выяснилось, что 13 из них не приписаны к какому-либо ведомству и не обслуживаются должным образом.

Определенную роль в предупреждении наводнений могли бы сыграть наблюдения со спутников, и при Роскосмосе сейчас действует специальный Центр оперативного мониторинга

Паводок на Алтае. Уровень реки воды достиг максимума — 711 см.

Улицы Бийска

Эксперты не исключают, что в будущем катастрофа может повториться. По общей оценке в Алтайском крае существуют необходимые для ее предотвращения сооружения, но многие из них либо не рассчитаны на столь сильный разгул стихии, либо не содержатся в надлежащем состоянии, либо были разрушены в результате последнего наводнения.

Для жителей Бийска каждый паводок становится поводом для активного обсуждения необходимости системы заграждений на опасных участках реки Бии и расчистки дна от ила, который затрудняет уход воды в почву. Незадолго до наводнения должно было быть открыто федеральное финансирование строительства дамбы в близлежащем поселке Зеленый Клин, общая стоимость проекта оценивалась в 490 млн рублей. Но это наводнение указало на ошибки в расчетах — уровень воды превысил планируемую высоту дамбы на полметра. В этом году будет выделено уже 80 миллионов для начала строительства, но планы должны быть пересмотрены с учетом новых фактов.

По итогам обследования 42 потенциально опасных гидротехнических сооружения восемь из них, в Барнауле, Алтайском и Бийском районах, были признаны нуждающимися в ремонте. Также было установлено, что практически повсеместно требуется восстановление защитных насыпей и сооружение береговых укреплений. В руслах 14 рек и двух ручьев предстоит произвести расчистку от ила, которая увеличит их пропускную способность и сведет потенциальный разлив к минимуму.

> По итогам обследования 42 потенциально опасных гидротехнических сооружения восемь из них, в Барнауле, Алтайском и Бийском районах, были признаны нуждающимися в ремонте

Традиционно в период таяния льда проводятся взрывные работы — так в определенных местах реки разрушают образовавшиеся торосы. Но в случае с разливом реки Чарыш в этом году только 11 июня саперы приступили к работе по ликвидации последствий и возвращению ее в прежнее русло — река проложила себе новый маршрут по главной улице села Талица в Советском районе. При этом дамба, установленная на этой реке, была полностью разрушена паводком, поэтому местная администрация и МЧС рассматривают возможность строительства здесь капитального защитного гидросооружения.

Специалисты из Института водных и экологических проблем СО РАН считают строительство ГЭС и водохранилища на реке Катунь одним из способов если не предотвратить, то минимизировать урон от наводнений. Как заявил сотрудник института Валерий Савкин: «Водохранилища создаются в том числе для того, чтобы часть волны половодья принимать на себя. Сейчас мы не можем оценить, каков был бы ущерб, но водохранилище безусловно помогло бы».

МЧС 29 июня заявило, что паводковая ситуация в регионе полностью нормализовалась и теперь пришло время восстановительных работ — более сложного этапа, чем любые аварийно-спасательные мероприятия. И хотя по многочисленным отчетам и заявлениям в прессе можно сказать, что службы МЧС и администрация пострадавшего края сработали качественно, все-таки в будущем чрезвычайные ситуации такого масштаба требуется предотвращать — бюджет Российской Федерации не способен регулярно выделять 5,9 млрд рублей на ликвидацию последствий, а именно такова приблизительная стоимость восстановительных работ в Алтайском крае.

Чиновники утверждают, что будет проведена полная ревизия всех гидротехнических сооружений и пересмотрены паспорта территорий: список из 54 населенных пунктов, подверженных угрозе паводка, можно расширить до 107, пострадавших в этом году. И, что самое главное, между учеными, синоптиками, представителями власти и экстренными службами будет налажен заблаговременный обмен достоверной информацией о водосборе в реках Алтая. ■

Евгений Федоренко

Главный инженер МИАКОМ, г. Санкт-Петербург

Расчеты осадки, устойчивости и стабильности земляного полотна

с геосинтетическими материалами путем численного моделирования

Аннотация

Современные программные геотехнические комплексы, основанные на методе конечных элементов, позволяют выполнять совместные расчеты без разделений на предельные состояния. Это предоставляет проектировщику возможность оценить влияние геосинтетических армирующих прослоек как на устойчивость, так и на осадку, а также выполнять расчеты консолидации на одной расчетной схеме.

Ключевые слова:

геосинтетические материалы, метод конечных элементов, геотехническое программное обеспечение

В начале XX века, когда в нашей стране возникла большая потребность в массовом строительстве, инженерная наука получила мощный импульс для интенсивного развития. Одним из активно развивавшихся направлений стала механика грунтов

Основные методы расчетов были сформированы в достаточно сжатые сроки, для решения поставленных перед учеными задач были использованы все имеющиеся накопленные знания. Транспортное строительство (имеется в виду железнодорожное и автодорожное земляное полотно) заимствовало основные принципы расчетов из области оснований и фундаментов, а отдельные представления о грунтах были взяты из почвоведения (например, характерные влажности грунта).

До 60-х годов прошлого века расчеты фундаментов производились по допускаемым нагрузкам, а позже были введены расчеты по двум предельным состояниям, которые используются до сих пор. В области проектирования фундаментов основным считается расчет по деформациям, поскольку часто бывает, что несущая способность еще не исчерпана, а осадки достигли предельных значений. В транспортном строительстве ситуация обратная, осадка насыпи 5 см, так же как и садка насыпи 25 см, не влияет на надежную работу сооружения, поскольку может быть компенсирована досыпкой в строительный период, в то время как устойчивость может

Укладка материала

быть не обеспечена как при одной, так и при другой величине осадки.

Из сказанного можно сделать вывод, что разделение на предельные состояния является искусственным приемом, позволяющим в упрощенной форме оценивать сложный процесс взаимодействия сооружения и основания. Несмотря на принятое разделение процесса деформирования основания на фазы, четкой границы между этими фазами нет. А различные теории расчета осадки используют только линейную зависимость между напряжениями и деформациями. Однако делаются попытки выйти за пределы линейного участка, который создает большие запасы, что экономически нецелесообразно. Так было высказано допущение о развитии областей сдвига при определении расчетного сопротивления грунта (нагрузка, ограничивающая линейный участок зависимости нагрузка — деформация), появился метод расчета осадки при наличии областей сдвига (предложен М. В. Малышевым и рекомендован в Пособии к СНиП 2.02.01–83). Формула представляет собой экстраполяцию осадки с учетом того, что осадка неограниченно растет, т.е. применение формулы целесообразно, если осадка оказывается значительно меньше предельно допустимой (Болдырев).

За последнее десятилетие дисциплина «Механика грунтов» получила существенное развитие в области прочности и деформируемости грунтов. Эти изменения повлекли за собой возникновение новых подходов и методик расчетов транспортных сооружений. Классическая «Механика грунтов», положенная в основу принятых в нашей стране методов расчета земляного полотна автомобильных и железных дорог, базируется на знаниях 20–60-х годов прошлого

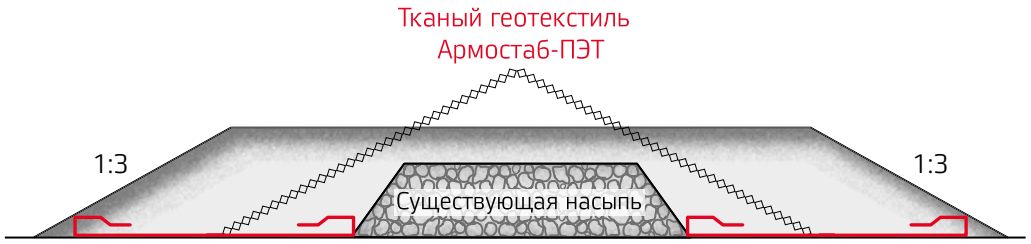


Рис. 1. Схема усиления проектируемой насыпи

века. Все методы имеют максимально возможное упрощение и достаточно существенные допущения, которые позволяют применять данные методики без калькуляторов и компьютерной техники. В то же время, начиная с 70-х годов прошлого века, развивалось такое направление, как нелинейная механика грунтов, причем за рубежом, во многом благодаря развитию компьютерных технологий, это направление получило большее распространение.

Нелинейная механика грунтов использует различные модели грунтов, позволяющие наиболее реалистично отражать поведение грунта при различных воздействиях, что, в свою очередь, требует применения численных методов для решения систем нелинейных дифференциальных уравнений. Классическая же механика грунтов основана на аналитических решениях, полученных, как правило, в виде графиков, таблиц и номограмм, что существенно упрощает процесс расчета, однако, несмотря на простоту, эти решения могут быть использованы только при линейной зависимости между напряжениями и деформациями. Очевидно, что решение таких задач, как определение устойчивости и стабильности земляного полотна на слабых основаниях, не предполагает работу слабого основания как линейно деформируемого полупространства. Таким образом, использование теории классической механики грунтов для таких задач требует применения именно нелинейной механики грунтов. Тоже можно сказать о расчетах конструкций с геосинтетическими материалами, которые находят все более широкое применение в транспортном строительстве.

Использование предельных состояний для расчета не дает возможности оценить преимущества и эффективность применения геоматериалов. Методики расчета осадки основаны на компрессионном сжатии и никак не могут учесть геоматериалы, работающие только на растяжение, а расчеты устойчивости выполняются, как правило, методами предельного равновесия, что с учетом

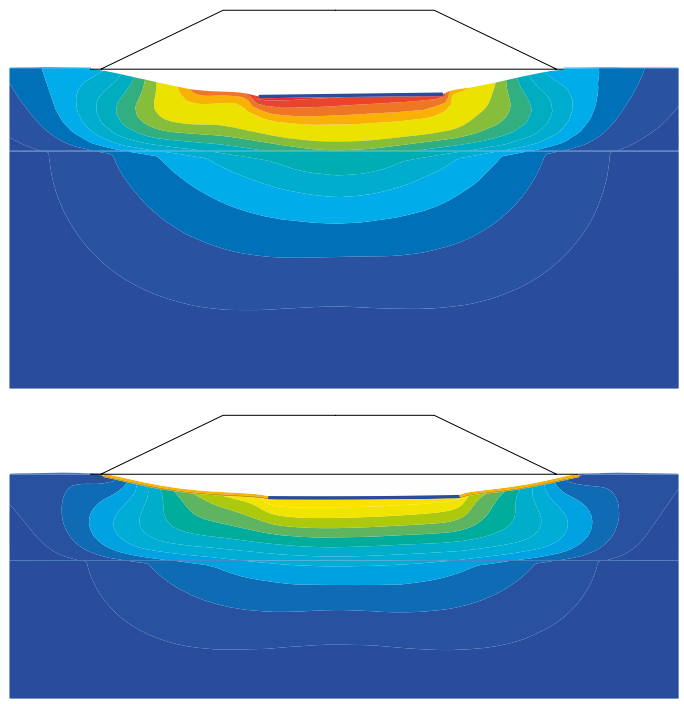


Рис. 2. Изополя общих перемещений в основании (максимум показан темным цветом, насыпь отключена): сверху — без армирования; снизу — с армированием

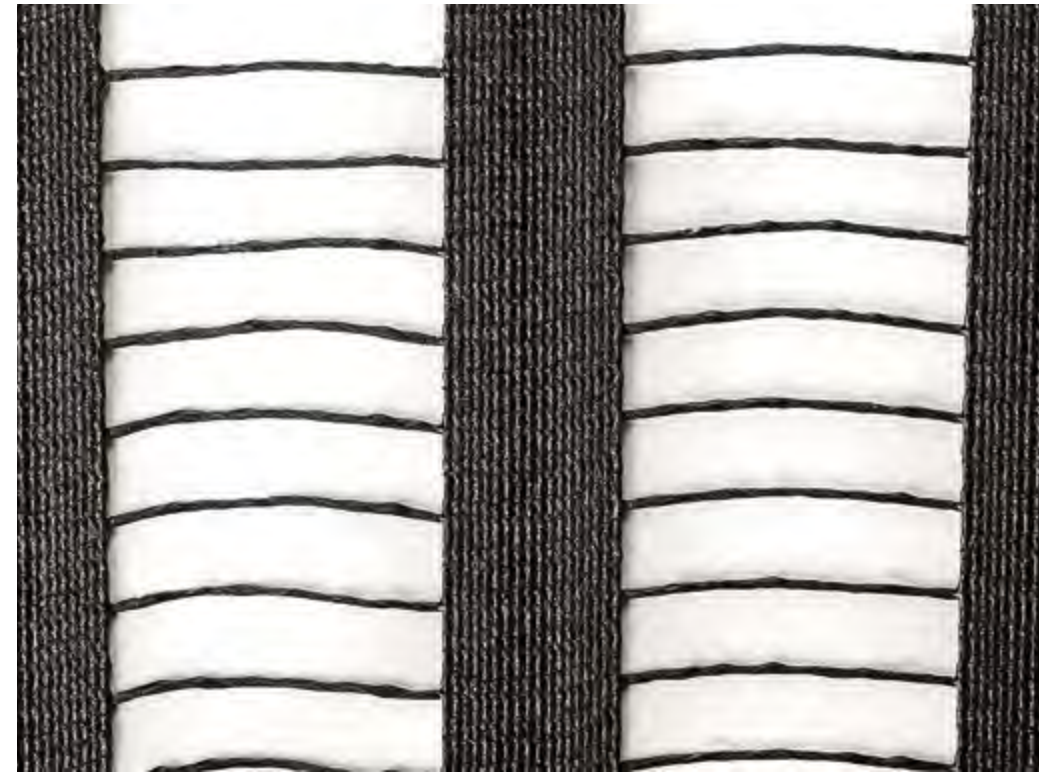
большого количества запасов приводит к завышению стоимости. Проверка эффективности применения геосинтетических материалов может быть подтверждена только на основе расчетов, близких к реальному поведению сооружения, т.е. при геотехническом (численном) моделировании.

В качестве примера совместного расчета по первому и второму предельным состояниям, а также для иллюстрации возможностей учета влияния геосинтетических материалов на напряженно-деформированное состояние системы «сооружение — основание» приводится пример расчета автомобильной дороги. Насыпь высотой 1,6 м из несвязных грунтов возводится на слабом основании, представленном слоем торфа мощностью до 4 м, которое подстилается илом большой мощности.

Особенность расчета заключается в необходимости учесть наличие существующей насыпи и ее консолидированное основание, а также нелинейную зависимость деформируемости грунтов основания и необходимость досыпки насыпи до требуемого уровня. Существующее земляное полотно имеет в основании лежневой настил, обеспечивающий равномерную по всей подошве деформацию сооружения.

Усиление геосинтетическими материалами выполняется в основании проектируемой насыпи с обязательным заанкериванием концов полотен. Рекомендуется использование высокопрочного полиэфирного геотекстиля.

Проверка эффективности применения геосинтетических материалов может быть подтверждена только на основе расчетов, близких к реальному поведению сооружения



Тканый геотекстиль

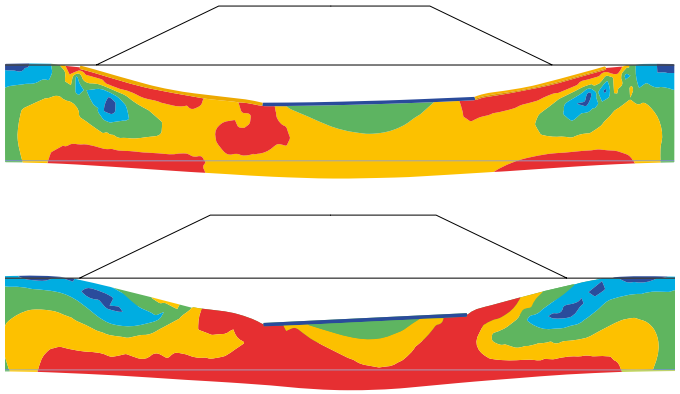


Рис. 3. Изополя распределения коэффициента стабильности в основании насыпи (красным показаны зоны К0<1):
сверху — без усиления; снизу — с армированием

Инженерный расчет не позволяет учесть наличие уплотненного основания существующей насыпи. Для этого необходимо использовать численное моделирование, результаты которого показывают, что максимумы осадки бывают не по оси насыпи, а в тех местах, где основание имеет естественное сложение, т.е. в стороне от существующей насыпи.

Анализ результатов расчета показал, что геосинтетический материал с большой продольной жесткостью (EA>2000 кН/м) в основании насыпи оказывает влияние на величину и равномерность осадки, которая в данном случае снизилась на 20%. Очевидно, что армирование позволило уменьшить горизонтальные перемещения в слое торфа (определяется по выходу изополей за пределы контура насыпи), а также снизить давление на подстилающий торф слой ила (уменьшение глубины распространения изополей в нижнем слое).

Однако, как уже говорилось, величина осадки не является критической для земляных сооружений, гораздо важнее проверить устойчивость и стабильность конструкции. Расчет устойчивости с учетом транспортной нагрузки показал следующие результаты: конструкция без усиления — Куст=1,08; насыпь с армированием — Куст=1,15; альтернативный вариант с бермами — Куст=1,16. На рис. 3 приведены изополя коэффициента стабильности, где красным цветом показаны зоны нестабильности, в которых прочности грунта недостаточно. При выходе этой области за пределы подошвы насыпи сооружение теряет устойчивость.

Как видно на рис. 3, в случае применения геосинтетической арматуры она воспринимает касательные напряжения и благодаря низкой деформативности снижает распределение зон нестабильности (красные зоны верхней и нижней части слоя торфа не сливаются), что свидетельствует о достаточной устойчивости.

Приведенные расчеты относятся к варианту быстрого возведения насыпи и выполнялись с учетом недренированной прочности. При наличии соответствующих исходных данных (консолидировано-дренированные испытания), а также коэффициента фильтрации (или консолидации) следует выполнить расчеты времени консолидации и определить устойчивость насыпи с характеристиками упрочненного грунта. Наиболее оптимальным решением будет использование программы численного моделирования (например, Plaxis), которая позволяет задавать эффективные прочностные характеристики (в стабилизированном состоянии), рассчитывать паровое давление и, следовательно, определять расчетную недренированную прочность. Такой подход более приемлем для практики, чем использование зависимостей прочность — влажность по методу Н. Н. Маслова.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные возможности вычислительной техники, а также развитие механики грунтов позволили создать мощные геотехнические программные комплексы, используя которые можно выполнять любые расчеты, проводить глубокий анализ геотехнических ситуаций и прогноз работы сооружения. Однако, кроме этого, реализация других подходов, неприменимых ранее ввиду сложности расчетов, позволяет рекомендовать применение численного моделирования для решения типовых задач: расчетов осадки, времени ее реализации, устойчивости. Существенным преимуществом является единство расчетов без искусственного деления на группы по предельным состояниям, что позволяет более достоверно учитывать в расчете геосинтетические материалы. ■

Демонстрация гибкого навеса

21–23 мая в горах Швейцарии в ходе Международной конференции по защите от камнепадов (International Rockfall Protection Conference 2014) компания Geobrugg AG впервые продемонстрировала экспертам возможности своего гибкого навеса для защиты от камнепада (flexible rockfall protection canopy)

■ Высокоэластичная сеть из трехмиллиметровой проволоки была показана международной экспертной аудитории из более чем 25 стран на тестовом полигоне Geobrugg AG в Валенштадте (Walenstadt) на территории неработающей каменоломни, расположенной в 100 м над озером Валензее (Walensee). Камень весом в 1,6 тонн упал на навес с высоты 30 м с силой в 500 000 Дж и отскочил после удара от сети в заданном направлении, минуя защищаемый данным приспособлением объект. Также зрителям было продемонстрировано, насколько серьезный эффект может иметь падение как большого, так и небольшого по размеру камня на автомобиль. Затем гости конференции посетили округ Шнепфау (Schnepfau) в соседней Австрии, где им был показан защитный барьер от камнепада RXE (RXE rockfall protection barrier).

Антиселевой барьер в Канаде

Компания Geobrugg впервые применила свой антиселевой барьер UX Debris Flow Barrier в Скалистых горах Канады

■ Это произошло год спустя после мощной сели 19–21 июня 2013 года, вызванной ливнями и таянием снега. Сель тогда повредила инфраструктуру и создала угрозу жизни людей в районе города Кэнмор (Canmore) в штате Альберта. Селевой поток увлек деревья и валуны и опустошил 130 000 кв. м на дне и берегах ущелья. Ущерб тогда составил $50 млн Компания Geobrugg обошла двух других европейских поставщиков и выиграла тендер на создание подходящей для местных условий защитной системы стоимостью $14 млн. Первая линия защиты представляет собой кольчатую сеть 40 м шириной и 6 м высотой, предназначенную для остановки крупных обломков. Сеть была составлена из отдельных стандартных барьеров UX шириной 25 м и 15 м, что является наиболее практичным решением. Сеть также снабдили проходом для животных шириной 2 на 3 м и переходом для людей в виде земляной рампы. Местные жители, чьи дома пострадали от схождения селевых потоков в 2012 году, надеются, что установленный за 14 млн долларов проект защитит их сообщество от повторных бедствий в будущем.

Павел Гресков
генеральный директор ООО «ЭСТМ»

Грунтовые анкерные системы

как элемент инженерной защиты склонов и конструкций

Аннотация
В статье рассматривается проблематика использования грунтовых анкерных систем для защиты склонов от эрозии и иных разрушительных природных процессов. Дается описание основных активных и пассивных причин разрушения склонов. Подробно рассматривается проблематика монтажа грунтовых анкерных систем.

Ключевые слова:
анкерные системы, эрозионные процессы, защита от эрозии

Современное строительство формирует повышенный запрос на инженерную безопасность инфраструктурных объектов и зданий. Одним из способов обеспечения инженерной защиты склонов и конструкций является использование грунтовых анкерных систем

С ростом интенсивности строительства в зонах активного присутствия человека повышаются требования к качеству сооружаемых объектов и конструкций, а также их последующей защите о разрушения под воздействием внешних факторов. Одной из важных задач становится обеспечение устойчивости и стабильности естественных или искусственных склонов, входящих в состав сложного инженерного сооружения либо расположенных в непосредственной близости от него.

При сооружении земляного полотна или выемки в грунте нарушается устойчивое равновесное состояние почвогрунта, сложившееся ранее. В выемках обнажаются глубокие горизонты материнских пород, насыпи возводятся из грунтов карьеров и резервов с нарушенной структурой. Насыпи и выемки имеют значительные рабочие отметки, а откосы большую крутизну. Все это создает

Образец установленной системы

условия для разрушения поверхностей земляного полотна под постоянным, с момента его сооружения, воздействием природных факторов. Вызываемые водной эрозией смыв грунта и размывы откосов нарушают целостность, проектные очертания земляного полотна, способствуют потере его устойчивости, серьезные повреждения в виде оползней или глубоких обвалов со срывом значительных масс грунта.

Причины, вызывающие разрушения, собираются в активные (климатические) и пассивные (характеристические) группы.

К активным относятся:

- температурные; последствия — морозное пучение увлажненных глинистых грунтов, образование льда и морозобойных трещин; усадка глинистых грунтов при высушивании, образование усадочных трещин амплитудных колебаний температуры. Эти воздействия ослабляют структурные связи между минеральными частицами, уменьшают плотность, повышают пористость и влагоемкость грунта.
- действия водных потоков; механические удары дождевых капель разбивают грунт на отдельные минеральные частицы, стекающие потоки воды захватывают и уносят эти частицы, вызывая смыв грунта с поверхности.

Переувлажнение грунта снижает несущую способность.

- действие ветра; вызывает смещение грунта, вынос большого количества частиц, особенно в малосвязных песчаных грунтах.

Пассивные факторы объединяют физические параметры грунтов, слагающих склон (гранулометрический состав, структура, текстура) и определяющих характеристики: несущую способности, пористость, водопроницаемость, плотность, водопоглощение, водонасыщаемость.

С повышением влажности грунта сокращается период инфильтрации, увеличиваются продолжительность и объем стока. Безусловно, важны и проектные характеристики — крутизна и длина откоса, наличие берм, водоотводной архитектуры, надоткосные площадки и площадь водосборного бассейна.

Предотвращение эрозионных деформаций, имеющих массовое и практически повсеместное распространение, является важным условием обеспечения стабильности земляного полотна

Предотвращение эрозионных деформаций, имеющих массовое и практически повсеместное распространение, является важным условием обеспечения стабильности земляного полотна.

Задачи по стабилизации грунта склонов можно условно разделить на уровни по глубине возникающих проблем:

- противодействие поверхностной и линейной водной эрозии, эоловым процессам
- предотвращение неглубоких, поверхностных оползней
- обеспечение устойчивости и снижение риска глубокого обвала.

Часто задача по обеспечению устойчивости склона сочетает в себе все уровни и может быть решена комплексно.

Для защиты от эрозии обычно применяется противоэрозионное озеленение с последующим развитием корневой системы. Наиболее эффективным методом является гидропосев. Применяемые материалы имеют градацию по сложности задачи (длина, крутизна склонов), также подбирается подходящая по условиям травосмесь. С увеличением уровня воздействия факторов эрозии озеленение дополняется армированием противоэрозионными матами, затем силовым армированием с применением высокопрочных стальных сеток. Задачи обеспечения устойчивости грунта делают необходимым применение анкерных систем поверхностного заложения или глубинных грунтовых анкеров. Анкерные системы обеспечивают необходимую нагрузку на грунт и в сочетании

Рабочая схема монтажа анкера

с поверхностным армированием защищают склон от деформаций, связанных с внешней нагрузкой или разрушающими факторами.

Специфика реализации большинства проектов ставит определенные требования к применяемым системам стабилизации: надежность, универсальность, скорость монтажа, минимальное время между установкой и использованием, сочетаемость с другими материалами и экономическая эффективность. В ряде случаев пространственные или транспортные условия создают дополнительные ограничения на применяемые технологии и материалы.

Анкерные ударные системы анкеров с опрокидывающимся грунтовым анкером во многих случаях становятся идеальным решением в задачах стабилизации склонов. Быстрая установка, возможность мгновенного тестирования нагрузки и применения, отсутствие факторов загрязнения среды, совместимость с большинством армирующих сетевых систем.

Рассмотрим механику процесса установки анкера и модель его работы в грунте.

Установка производится в три этапа: забивка анкера, удаление ударного стержня и нагружение с фиксацией. Забитый на глубину анкер, поворачиваясь в положение фиксации, резко увеличивает свою несущую способность.

Распределение напряжений у нагруженного анкера можно смоделировать с помощью теории предельного напряженного состояния грунтов, начало которой положили работы Карла Терзаги. Конечная эффективность (несущая способность) анкера в почве определяется нагрузкой, при которой концентрация напряжений непосредственно перед анкером превышает несущую способность грунта.

Факторы, которые влияют на максимальную несущую способность анкера, включают в себя угол сцепления грунта, удельное сцепление, размер анкера, глубину установки, внутрипоровое давление воды в грунте. Ударные грунтовые анкеры имеют отличные показатели в несвязном грунте и характеризуются короткими расстояниями фиксации, широким грунтовым конусом и способностью выдерживать чрезвычайно высокие нагрузки. Жесткие связные грунты, такие как валунная глина, также могут давать отличные результаты. Для достижения расчетных нагрузок в более слабых связных грунтах, таких как мягкие аллювиальные глины, может потребоваться больший размер анкера и увеличенная глубина монтажа.

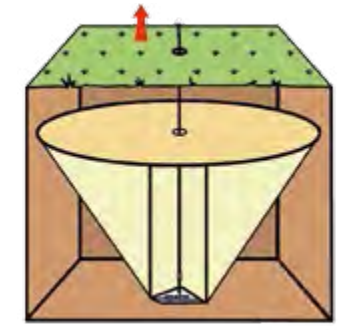


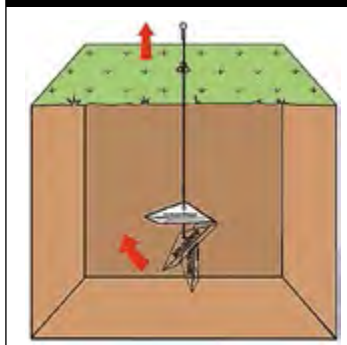
Схема работы анкера в почве

Положительной особенностью системы является возможность в любой момент на каждом анкере проверить соответствие нагрузки проектным параметрам, «дотянуть» анкер до норматива после монтажа в водонасыщенных грунтах. Проведение тестов на несущую способность анкеров на предварительном этапе позволяет точно подобрать необходимые параметры анкерной системы, использовать их в проектировании и сметных расчетах, избегая лишних затрат или коррекций проекта в процессе строительства.

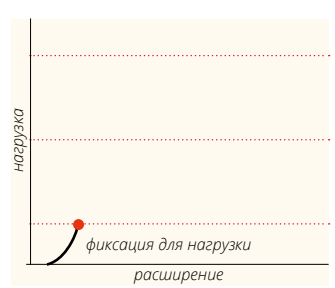
$$P_f = K_1 \cdot C \cdot N_C + P_0 (N_q - 1) + K_2 \cdot Y_P \cdot B \cdot N_y$$, где

P_f — предельное давление в напряженном состоянии, КН/м^2
C — удельное сцепление грунта
P_0 — давление грунта на анкер на заданной глубине, КН/м^2
Y_P — удельная плотность грунта, КН/м^2
B — ширина основания (анкера), м
K_1, K_2 — коэффициенты формы анкера
Для наших анкеров K_1=1.3, K_2=0.4
N_C, N_q, N_y — коэффициенты несущей способности с учетом собственного веса грунта и уплотненности ядра.
Есть эмпирические таблицы, а также расчетная модель Кодуто (Coduto) с точностью интерполяции >95%. Модель предложена К. Терзаги и развита в СССР В. В. Соколовым, Н. А. Цытовычем и другими учеными.

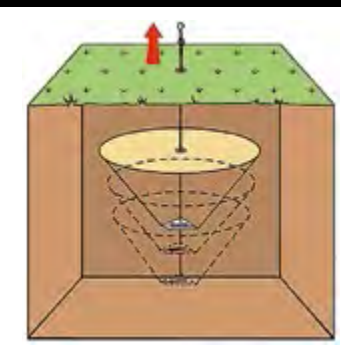
ФИКСАЦИЯ ДЛЯ НАГРУЗКИ



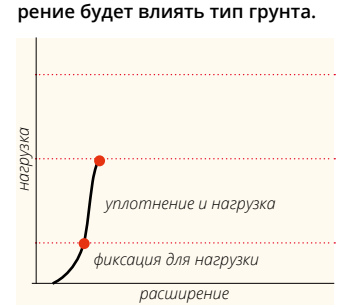
I. Прикладывается нагрузка, чтобы вкрутить анкер в положение фиксации. Присутствуют элементы как нагрузки, так и расширения.



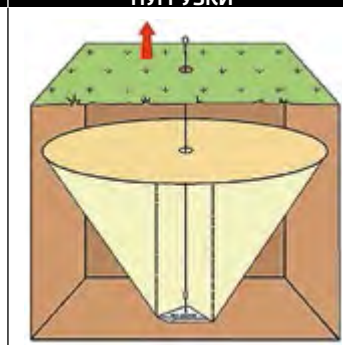
УПЛОТНЕНИЕ И НАГРУЗКА



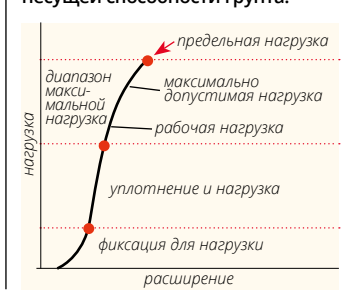
II. Анкерная система создает усеченный конус грунта перед анкером. В этот момент нагрузка увеличивается с минимальным расширением. На общее расширение будет влиять тип грунта.



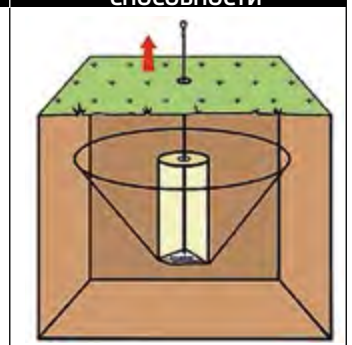
ДИАПАЗОН МАКИСМАЛЬНОЙ НУГРУЗКИ



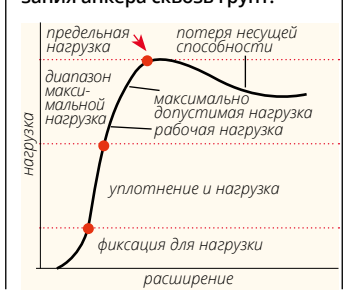
III. Анкер достигает предельной нагрузки. Когда нагрузка на анкер приближается к несущей способности грунта, степень увеличения нагрузки снижается до потери несущей способности грунта.



ПОТЕРЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ



Осторожно: если механическая прочность на сдвиг почвы превышается, остаточная нагрузка снижается при продолжающимся расширении по мере прорезания анкера сквозь грунт.



ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

Элементы анкера

Отдельно стоит упомянуть возможность систем у ряда производителей к понижению порового давления воды в толще грунта. Это особенно ценно в задачах укрепления подпорных стен и склонов с водонасыщенными грунтами при предотвращении обвалов. В таких случаях грунтовый анкер с закрепленной дренажной лентой забивается на необходимую глубину в толщу грунта так, чтобы вытесняемая из пор вода выводилась по дренажной ленте наружу.

Другим значимым применением систем ударных анкеров является укрепление шпунтовых свай при монтаже подпорных стен, мостов, котлованов, берегоукрепления. Применение поворотных грунтовых анкеров позволяет экономить ресурсы, увеличив рабочую часть сваи с традиционных 33% до 50%. Экономия проявляется на длине сваи, затратах на погружение и извлечение ее из грунта.

Поворотные грунтовые анкера экономят ресурсы, увеличивая рабочую часть сваи с традиционных 33% до 50%

В проектах по инженерной защите и оборудованию горной инфраструктуры грунтовые анкерные системы применяются везде, где необходима быстрая организация надежной точки крепления при отсутствии твердой скальной породы. Это могут быть петли для стабилизации мачт на оттяжках, вспомогательные элементы натяжения противолавинных и противоселевых систем, организация крепления трубопроводов, резервуаров и другие приложения.

Примерами применения систем стали объекты Олимпиады-2014, где грунтовые анкерные системы применялись в разных проектах стабилизации склонов, совместно с комплексами Flexterra, GreenArmor, Mighty Net, повышения устойчивости высотных конструкций, противолавинных систем, организации грузовых канатных лифтов и других приложениях. ■

Первый опыт Plus Net

Компания Tokyo Rope Mfg. Co., Ltd. (Япония) — лидер Японии по разработке и производству систем инженерной защиты — закончила тестирование и приступила к коммерческому монтажу новейшей системы защиты от камнепадов Plus Net на четырех объектах в центральной части о-ва Хонсю. Система Plus Net, являясь модифицированной версией широко применявшейся в последние годы, в том числе и в России, системы Rope Net, сочетает в себе еще более высокие характеристики удерживаемых нагрузок с привлекательной ценой. В ближайший месяц система Plus Net будет также представлена российским клиентам компании Tokyo Rope Mfg. Co., Ltd., проявляющим значительный интерес к новой системе.

Презентация строительных матов Geoterra

Компания Presto Geosystems, ведущий производитель продуктов для укрепления почвы и защиты от ливневых вод, презентовала новый продукт — строительные маты GEOTERRA® GTO (GEOTERRA® GTO construction mats)

Presto хорошо известна на рынке геосинтетики и эрозионного контроля как производитель геоячеек (geocells), пористых дорожных покрытий (porous pavement systems) и переносных строительных матов (portable construction mats). Компания уже 10 лет производит строительные маты, в том числе используемые на производствах в нефтедобывающих регионах. Маты GEOTERRA GTO удобны для быстрого развертывания и использования на временных дорогах, рабочих платформах и складах. Маты GEOTERRA GTO сделаны из высокоплотного полиэтилена и имеют высокий показатель соотношения прочности к весу. Меньший вес по сравнению с традиционными деревянными матами или матами из полиэтилена высокой плотности (HDPE) существенно облегчает переноску и развертывание матов, а также делает их использование безопаснее. Маты могут устанавливаться и перемещаться вручную без необходимости использовать специальную тяжелую технику. Маты GEOTERRA GTO соединяются друг с другом с помощью полых болтов, что позволяет создавать необходимые конфигурации для покрытия площадок. Особенно удобен новый продукт для покрытия малых по размеру площадок, где использование более крупных и тяжелых матов не оправдывает необходимых для этого усилий.

НЭР новые экологические решения

тел./факс: +7 (812) 492 98 15
тел.: +7 (812) 947 24 70

Составление экологических паспортов

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Михаил Морозов

Кандидат геолого-минералогических наук, доцент

Александр Кривцов

Генеральный директор журнала «Инженерная защита»

Сели и селезащита

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы борьбы с угрозой селевых потоков. Приведены обзорные данные по этому виду стихийных бедствий, дан обзор технических решений, используемых при защите от селей. Рассмотрены конкретные примеры противоселевых сооружений в Швейцарии.

Ключевые слова:

сели, противоселевая защита, Швейцария, Geobrugg

Горные страны, влекущие нас целительным воздухом, видами, курортами и романтикой, на темную сторону своей медали поместили обвалы, оползни, лавины и конечно же сели, или муры,— водно-грязевые или грязекаменные потоки, возникающие при резком насыщении почвы влагой и внезапном росте питания ручьев и рек

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Причиной возникновения селя чаще всего являются ливневые дожди, но также и таяние снега, землетрясения, прорывы ледниковых озер, а в районах вулканической активности «спусковым крючком» катастрофы порой становится внезапное таяние ледника под воздействием вулканического тепла или извержения. Возникновение селевого потока не всегда предсказуемо и часто происходит внезапно.

Скорость селя достигает 5–10 метров в секунду, он переносит обломки диаметром до 3–4 метров (до 100–200 т весом). В отечественной классификации гигантским считается сель, объем единовременного выноса которого превышает 10 млн кубометров. Катастрофические по масштабам сели сходили в Казахстане (1921 г., пострадало 7% населения Алма-Аты), Колумбии (1985 г., 20 тыс. жертв), Венесуэле (2000 г., тысяча погибших, 15 000 остались без крова), Гватемале (2005 г., до 3 тысяч погибших и пропавших без вести), Китае и других горных регионах мира. Крупные селевые явления обладают вековой периодичностью, полностью устранить их невозможно.

Свойства конкретного селевого потока зависят от его состава и плотности, которая может достигать средней плотности горных пород (2,5 т/м^3). Характер движения воднокаменных селей ламинарный, т. е. аналогичен движению водных потоков: разные его слои движутся с разной скоростью, а распределение частиц по глубине неодинаково (обломки движутся в нижней части потока). Движение грязекаменных

А. Н. Рудой (ice.tsu.ru)

1. Сель по долине реки Актру (Алтай)

2. Последствия селя в провинции Ганьсу, Китай

3. Октябрь 2012 г.: город Дербент (Дагестан) после схода селевого потока

Главной «слабостью» селя является его зависимость от рельефа: сель движется по руслам постоянных или временных водных потоков

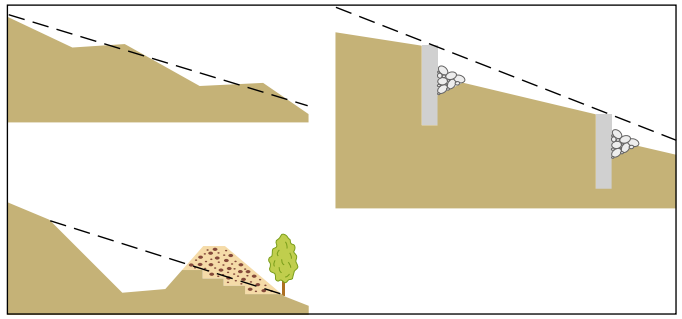
селей турбулентно: они однородны, имею большую вязкость и движутся не по законам гидравлики, а как вязкопластичные смеси (бетонный раствор).

Для формирования селя в районах с сильно пересеченным горным рельефом достаточно суточного количества осадков 13–20 мм. На территориях с более низким рельефом требуется большее «вливание» осадков. Помимо форм рельефа на формирование селя сильно влияют дренажные свойства грунтов и источников их обводнения. Так, на Тянь-Шане, Забайкалье и Дальнем Востоке для появления селя достаточно 30–40 мм осадков в день. При этом суточные максимумы осадков в данных районах достигают значений в 1,5–5 раз больших, что превращает удобные для схода селей горные долины в мины замедленного действия, которые могут «сработать» практически в любой момент. Поэтому первым средством предупреждения селей становится карта прогноза селевых процессов.

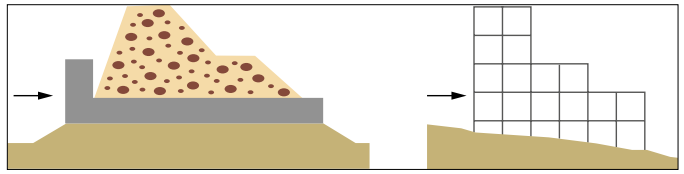
Грязекаменный материал составляет до 75% селя, поэтому его воздействие на встреченные препятствия одновременно имеет черты наводнения (статическая нагрузка), внезапного водного потока (динамическая нагрузка) и камнепада или обвала (пульсационный характер). Главной «слабостью» селя является его зависимость от рельефа: сель движется по руслам постоянных или временных водных потоков. Подобно водным потокам или оползням он имеет «область питания» — территорию, с которой происходит смыв рыхлых отложений и собирание водных потоков в один. Соответственно и борьба с селями производится по трем направлениям: 1) сокращение размера потенциальной области питания селя, 2) инженерная корректировка направления движения селевого потока, 3) понижение разрушительной силы потока. Эти направления, а особенно второе и третье, взаимосвязаны, поэтому инженерное обеспечение селевой безопасности является примером комплексной многоступенчатой инженерной защиты территорий.

Хозяйственная деятельность человека, сокращающая лесные массивы на горных склонах, к сожалению, является одной из причин распространения селевых явлений. Голые склоны, не сдерживаемые растительностью рыхлые отложения, отсутствие препятствий, замедляющих водные потоки и мешающих им быстро формировать русла, создают удобную для селя обстановку. Поэтому первое направление инженерной защиты от селей состоит в преобразовании горных склонов в более селебезопасные. Для этого

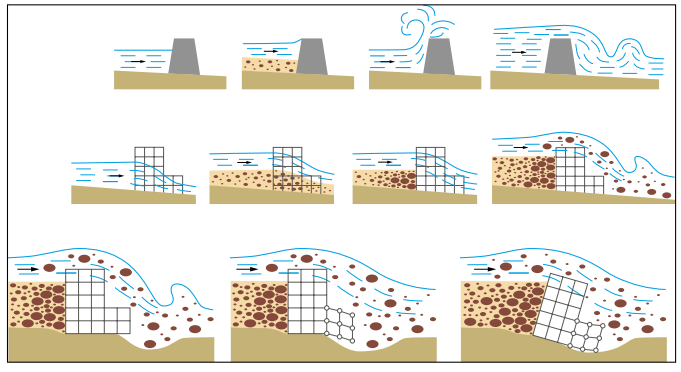
ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ



Регулирующие сооружения: ступенчатые террасы и пороги



Селезадерживающая плотина и сквозной селеуловитель из металлических стержней



Загружение и разрушения селезащитных сооружений

укрепляют грунты и создают лесные насаждения.

Классические сооружения, препятствующие появлению селей, делятся на два класса: стабилизирующие (каскады запруд, подпорные стены, дренажные устройства, терасирование склонов, агролесомелиорация) и селепредотвращающие (регулирующие паводок плотины, водосбросы на озерных перемычках).

Средства инженерной защиты на путях вероятного схода селей представляют собой селепропускные сооружения (каналы, селеспуски, мосты), селенаправляющие и ограждающие дамбы и селезадерживающие водосбросные и сквозные плотины. Их задача — отвести «разбушевавшийся», т. е. превосходящий свою нормальную интенсивность, поток в сторону от населенных пунктов и объектов хозяйственной деятельности человека, ослабить энергию потока («преградить ему путь»), рассредоточить массу потока. Сооружения могут строиться из железобетона, бетона, камня и даже грунтовых материалов.

Классические противоселевые сооружения принимают на себя большую долю удара стихии, что является их недостатком: они подвержены разрушению, в т. ч. внезапному, и неуклонно изнашиваются. При этом именно в силу высоких требований по защите они представляют собой масштабные сооружения, которые не могут быстро или регулярно заменяться или перестраиваться.

Для «точечного» пропуска селя, например через дорогу, канал, газопровод или иной линейный объект, достаточно иметь укрепленный селеспуск (при этом недопустимо использование труб, которые могут быть легко замурованы грязекаменным материалом селя). В случае площадных объектов (населенный пункт, предприятие) необходимо строительство канала для направления селя через объект либо для его отвода в сторону. Критическим здесь является угол разворота между динамической осью селя и осью селепропускного сооружения: превышение критического расхождения в восемь градусов может превратить канал в дамбу, которая принимает на себя энергию селя и может разрушиться либо иметь недостаточную высоту. На входных участках сооружений высота

Сквозные заграждения работают по принципу восточных единоборств: если не можешь перебороть соперника, заставь его потерять часть своей силы

стен должна превышать глубину селя минимум в полтора раза, а ниже по ходу движения селя — по крайней мере на 20%.

Одним из инновационных решений в области защиты от селей стало внедрение сквозных заграждений из стальных стержней или сеток, которые позволили разделить общую задачу борьбы с селем на отдельные проблемы, которые могут решаться «малой кровью». Сквозные заграждения принимают на себя механическое воздействие обломочной части селевого материала. При этом крупность задерживаемого обломочного материала выбирается непосредственно человеком, поскольку определяется размером ячеи. Прошедший сквозь барьер поток устремляется вниз ослабленным и обедненным наиболее крупными обломками, что снижает воздействие на следующие барьеры. Таким образом, с введением сквозных заграждений небольшого размера, расположенных в местах зарождения селей, впервые появилась возможность поэтапно «отбирать» у селя его разрушительную силу и, по сути, программировать характер его ослабевания по мере распространения вниз по руслу. Важна и простота установки сеточного заграждения в сравнении со стационарным бетонным барьером, а значит, снимается острота проблем при замене или ремонте изношенной конструкции.

Объемное стержневое заграждение

Сквозные заграждения принимают на себя механическое воздействие обломочной части селевого материала

Установка гибких сквозных заграждений на основе сеток позволяет минимизировать расходы на инженерные мероприятия при создании разветвленной системы защиты большой территории. Сквозные заграждения могут устанавливаться каскадами и ослаблять потоки в областях их формирования на уровнях выше точек соединения потоков в один, более разрушительный поток, который сложнее остановить. Фактически, грамотному размещению селезащитных сооружений предшествует динамическое моделирование всего горного склона с учетом скоростей движения потоков,

Селезадерживающая плотина с пятью пропускными отверстиями (Трюбенбах, Каринтия, Австрия)

© Фото,Geobrugg AG, 2014

Защита от эрозии днища и подмыва селезадерживающей плотины

количества переносимого ими материала и направлений возможного перемещения обломочной массы.

Несомненным мировым лидером в строительстве селезащитных гибких барьеров стала швейцарская компания Geobrugg.

Успешность инженерных решений Geobrugg основана на трех основных аспектах: использование современных материалов, математическое моделирование и натурные масштабные испытания.

Отправной точкой решений Geobrugg стала высокопрочная стальная проволока. Она характеризуется высокой устойчивостью на срез, отличными энергопоглощающими свойствами и долголетием при минимальном обслуживании. Это позволило фирме установить

Мировым лидером в строительстве селезащитных гибких барьеров стала швейцарская компания Geobrugg

Сетка из колец ROCCO® и кольца амортизаторы

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

© Фото,Geobrugg AG, 2014

1 и 2. Противоселевой барьер в русле ручья Грёнбах в Мерлигене (с разных сторон)

3. Сквозное противоселевое заграждение на основе сетки

4. Самый большой гибкий барьер в Шейцарии (ручей Хюпбах)

мировые рекорды: например, задержать 20-тонный бетонный блок, падающий со скоростью 103 км/ч! Благодаря технологии антикоррозийного покрытия GEOBRUGG SUPERCOATING® и алюмо-цинковому покрытию последнего поколения GEOBRUGG ULTRACOATING® конструкции служат в шесть-десять раза дольше, чем просто оцинкованные.

Geobrugg совместно с WSL разработал две компьютерные программы, позволяющие рассчитать требуемые параметры барьеров в зависимости от характеристик селевого потока и рельефа. Бесплатно распространяемая программа DEBFLOW позволяет производить расчеты для определения реакции и взаимодействия всех компонентов противоселевых барьеров. Программа основана на десятках натурных испытаний в масштабе 1:1 и результатах лабораторных исследований.

Программный комплекс FARO предназначен для моделирования противоселевых систем. С помощью этой программы можно моделировать воздействие на барьер не только селей, но и камнепадов, лавин и снежных оползней.

Характеристики защитных систем Geobrugg не только рассчитываются на компьютере. Фирма тестирует конструкции на ударопрочность и прочность на разрыв в соответствии с самыми строгими нормативами в масштабе 1:1. При этом заявленные параметры всех компонентов систем регулярно проверяются в тестах независимых институтов.

Самый большой гибкий селезащитный барьер в Швейцарии был смонтирован фирмой Geobrugg в русле горного ручья Хюпбах в долине Зимменталь. В девяностые годы после сильных ливней по руслу Хюпбах сходили мелкие оползни и селевые потоки, которые иногда блокировали шоссе и даже железную дорогу в Обервиле. Чтобы исключить возможность неприятностей в будущем, Техническая служба Обервиля спланировала установку двух гибких систем задержания. Стоимость строительства в 2,5 млн швейцарских франков была покрыта правительством и кантоном Берн. Система рассчитана на трехсотлетнюю службу!

Параметры противоселевого барьера:

- ширина до 40 м
- высота h=14 м
- пиковая нагрузка (вода и грязекаменный материал): 350 м³/с
- расчетный объем первой волны селя: V=5000 м³
- наклон русла ручья: 25%
- объем задерживаемого селя: 13 000 м³

Еще одна интересная система была установлена в 2013 году в русле ручья Грёнбах в Мерлигене. Система предназначена для защиты от селей и завалов сплавного леса. Расчетный объем задержания приблизительно 12 000 м³.

Параметры противоселевого барьера:

- высота барьера: 6,5 м
- площадь: 110,5 м²

Несмотря на то что сели по-прежнему остаются чрезвычайно грозным явлением природы, у человечества накопился серьезный опыт борьбы с ними и защиты населенных районов. Многообразие приемов ослабления селевых потоков, отведения их в безопасное русло, постоянное совершенствование технологий и использование новых материалов позволяет надеяться, что урон от этого стихийного бедствия будет уменьшаться с каждым годом. ■

Александр Кривцов

*Генеральный директор
журнала «Инженерная защита»*

Защита Люцерна

Аннотация

В статье рассматривается практика инженерной защиты от оползневой опасности на примере швейцарского города Люцерн, столице одноименного кантона. Дается краткая характеристика геологических условий Швейцарской Конфедерации. Описывается установка системы защиты от оползней.

Ключевые слова:

Швейцария, Люцерн, оползни, противооползневая защита

Сложность рельефа Швейцарии и сравнительно высокая плотность застройки определили необходимость проведения работ по инженерной защите населенных пунктов этой горной страны. Одним из интересных примеров защиты жилых кварталов стала система защиты от неглубоких оползней, установленная над улицей Базельштрассе на склоне холма Гючвальд (Gütschwald) в Люцерне

Город Люцерн расположен в центре Швейцарского плато, на берегу озера Люцерн. Постепенное развитие города привело к тому, что жилые кварталы вплотную приблизились к склонам холма Гючвальд, крутизна которых со стороны города на некоторых участках превышает 45°. На вершине холма расположена самая красивая гостиница Люцерна – Шато Гюч, которая хорошо видна практически из любой точки города. На холм к гостинице ведет зубчатая железная дорога. Сам холм довольно лесистый

и может сложиться впечатление о его безопасности. Но это впечатление обманчиво.

Только за последние сто лет с этого склона сошло несколько оползней, которые приводили к человеческим жертвам и разрушениям. В 1908 году в результате оползня погибло четыре человека. После ливней 1910 года оползень грязекаменным потоком перекрыл Базельштрассе и достиг Бернштрассе. В 1980-х годах после сильных дождей между зданиями на Загенматтштрассе неслись мутные потоки. Были зафиксированы случаи камнепадов и падения деревьев. В субботу 13 сентября

Карта зон риска

Данная система была представлена участникам Международной конференции «Селевые потоки и неглубокие оползни», которая прошла 22—25 июня 2014 года в Швейцарии

2008 года со склона сошел оползень объемом приблизительно 360 м³. При этом помимо мокрого грунта на дома обрушились тяжелые деревья, растущие на склоне. Последний оползень с холма Гюч сошел на переулок Гибральтаррайн 19 января 2011 года.

По результатам исследований 2011 года, выполненных компанией Keller + Lorenz AG, была составлена детальная карта рисков этого района и даны рекомендации по проведению защитных мероприятий. Заказчиком выступил муниципалитет Люцерна.

В качестве технического решения было предложено укрепление склона сеткой TECO®, уложенной на кокосовую циновку, с дальнейшей посадкой на склоне зеленых насаждений для предотвращения эрозии. Кроме того, устанавливались гибкие барьеры компании Geobrugg. Следует отметить высокую эффективность этих систем для защиты от неглубоких оползней.

Всесторонние полномасштабные (1:1) испытания в сотрудничестве со Швейцарским Федеральным НИИ леса, снега и ландшафтов WSL доказали полное соответствие этой системы барьеров функции по инженерной защите территории от неглубоких оползней и оплывин.

Работы по монтажу производит компания IUB Engineering AG.

Окончательная сдача защитных сооружений «Гюч» на Базельштрассе планируется в октябре 2014 года.

Данная система была представлена участникам Международной конференции «Селевые потоки и неглубокие оползни», которая прошла 22–25 июня 2014 года в Швейцарии.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ

Грунтоукрепление:
- Торкретирование: 60 т
- Сеть TECO®: 400 м²
- Анкеры Swiss-Gewi Ø 28 мм — 20 шт.
- Анкеры Ibo R32 T — 170 шт.

Барьер для защиты от оползней SL150 S4–130
- Высота барьера: 3,5 м
- Длина барьера: 364 м
- Количество секций: 10
- Крутизна склона: 40±15°
- Динамическая нагрузка: 120 кН/м²
- Воздействие камнепада: 200–350 кДж

2–3 октября 2014

Международная конференция

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА В РОССИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ГРАНД-ОТЕЛЬ «ЭМЕРАЛЬД»

Журнал «Инженерная защита» приглашает принять участие в работе Первой Международной научно-практической конференции «Инженерная защита в России», которая пройдет в Санкт-Петербурге, в гранд-отеле «Эмеральд» 2–3 октября 2014 года.
В работе конференции принимают участие специалисты ведущих проектных, научных учреждений, вузов и строительных компаний из России, а также стран дальнего и ближнего зарубежья.

Конференция разделена на три тематических блока:

БЛОК 1. РОССИЙСКИЙ РЫНОК ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ
1. Презентация общего исследования рынка инженерной защиты
2. Доклад «Перспективы больших инфраструктурных проектов и потребность в инженерной защите»
3. Круглый стол по перспективам рынка инженерной защиты

БЛОК 2. РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ В РОССИИ
1. Научно-методическое обеспечение проектных решений;
2. Проектирование объектов в сложных геологических условиях;
3. Укрепление склонов, берегоукрепление, противоэрозийная защита;
4. Противолавинная защита;
5. Требования к образованию и специалистам в сфере инженерной защиты.

БЛОК 3. РАЗВИТИЕ РЫНКА ИЗ В РОССИИ
1. Круглый стол: «Информационное обеспечение рынка инженерной защиты»
2. Проблемы инженерной защиты глазами заказчика, подрядчика и поставщика
3. Круглый стол: «Нужна ли рынку инженерной защиты отраслевая ассоциация»

Стоимость участия в Конференции (без проживания) 28 000 рублей (в т.ч. НДС 18%).
В регистрационный взнос входит:
- участие в работе всей конференции.
- получение полного комплекта материалов конференции.
- кофе-брейки, обед и деловой фуршет.

Всех желающих выступить с докладом, просим присылать вместе с заявкой на участие название доклада и краткую аннотацию. Предполагаемое время одного выступления — 15–25 минут с учетом ответов на вопросы.

КОНТАКТЫ:
www.terengin.com
(812) 714–35-20
territory.engineering@gmail.com

На сайте журнала www.инженернаязащита.рф Вы можете ознакомиться с текущей информацией о конференции.

Открыта подписка для организаций на 2015 год

Предлагаем вам выбрать свой вариант подписки на журнал «Инженерная защита»:

«СПЕЦИАЛИСТ»
Пакет включает:
- 3 экземпляра каждого номера бумажного журнала,
- электронная интернет-подписка на актуальные новости,
- скидка 10% на все мероприятия, проводимые журналом

Стоимость пакета 9000 руб. в т.ч. НДС 10%

«КОРПОРАЦИЯ»
Расширенный пакет подписки:
- планшетный компьютер руководителя с постоянным доступом к материалам журнала через Интернет,
- бумажный журнал — 10 экземпляров каждого номера
- корпоративная PDF-версия журнала
- электронная интернет-подписка на актуальные новости,
- доступ к базе данных журнала, содержащей:
  1. Все статьи всех выпусков журнала;
  2. Результаты регулярного мониторинга государственных строительных тендеров и конкурсов, ежеквартальную аналитику по контрактам (44 и 223 ФЗ);
  3. Библиотеку проектных решений, ежегодное исследование рынка.
- Скидка 25% на все мероприятия, проводимые журналом

Стоимость пакета 96 000 руб. в т.ч. НДС 18%

ЗАЯВКА НА ПОДПИСКУ
Заполните прилагаемую форму и пришлите ее по адресу:
190121, г. Санкт-Петербург, Лермонтовский пр., 1/44 лит. «Б», «Журнал «Инженерная защита»
или вышлите по факсу +7 (812) 714-35-20
Подписку можно оформить на сайте Агентства «Урал-Пресс» www.ural-press.ru
или на сайте журнала **www.инженернаязащита.рф**

Индекс _____ Область (край) _____
Город (поселок) _____
Улица _____
дом _____ корп. _____ кв. _____
Название организации _____
Ф.И.О. получателя _____
_____
Телефон _____ E-Mail _____

☐ **«СПЕЦИАЛИСТ»** ☐ **«КОРПОРАЦИЯ»**

Научно-популярный отраслевой журнал

«Инженерная защита»

Журнал основан в феврале 2014 года группой единомышленников и посвящен широко понимаемой проблематике инженерной защите территорий и сооружений.

Главная цель журнала — развитие отраслевого сообщества профессионалов, работающих в областях инженерной защиты, инженерной геологии, проектировщиков и строителей.

Журнал знакомит российских специалистов с передовым отечественным и зарубежным опытом в области инженерной защиты зданий, сооружений, транспортных путей и объектов горнодобывающей отрасли.

В журнале также находит отражение проблематика крупных инфраструктурных проектов на территории Российской Федерации и за рубежом, формирующих условия для развития рынка инженерной защиты.

Отдельное внимание в журнале уделяется технологиям и практикам рационального природопользования и государственным стандартам в данной области.

Издание будет интересным и полезным руководителям, работникам органов государственной власти, девелоперам, представителям инженерного сообщества, специалистам в сфере экономики и страхования, а также преподавателям профильных вузов.

Журнал выходит 6 раз в год.

Риск экономического ущерба от оползневых процессов

(распределение по странам)

МЕЗОАМЕРИКА
Регион, состоящий из крупной Мексики и ряда малых государств (Белиз, Гватемала, Гондурас, Коста-Рика, Никарагуа, Панама и Сальвадор). Большая часть экономически освоенной территории малых стран региона подвержена оползневому риску.

ЮЖНАЯ АМЕРИКА
Основная часть оползневой опасности в Южной Америки приходится на страны, лежащие на протяжении горной цепи Анд, – Колумбию, Эквадор, Перу, Боливию и Чили.

ЕВРОПА
Значительная часть Европы подвержена оползневой опасности. Наиболее подверженной оползневой опасности является южная часть Европы (Италия, Швейцария, Испания и страны бывшей Югославии).

КАВКАЗ
Оползневые риски в районе Кавказского хребта высоки как на территории Российской Федерации, так и на территории стран Закавказья, а также в восточной части Турции.

ТИБЕТ
Горный хребет Гималаев и Тибетское нагорье создают большие оползневые риски, однако экономическая активность в регионе относительно невелика.

ЯПОНИЯ
Почти вся территория одной из наиболее богатых и экономически продвинутых стран мира находится вблизи гор и подвержена оползневым рискам.

МЕЛАНЕЗИЯ
Достаточно густонаселённый регион, обладающий многочисленными горными массивами. Значительная часть стран региона бедна, что обусловливает низкий уровень оползневых рисков для экономики

НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ
На территории страны расположены достаточно высокие горы, однако основная масса населения живет в равнинных районах.

Оползневая опасность является значительным риском для экономики.

Этот риск особенно значим для экономик тех стран, в которых большая часть населения проживает в высокогорной местности. На представленной выше инфографике дан адоптированный вариант схемы, разработанной Всемирным банком и норвежским Геологическим институтом в 2005 году на основе показателя пропорционального экономического ущерба от оползней, вычисляемого через умножение размера ВВП экономических зон, подверженных оползням, на коэффициент уязвимости. Коэффициент уязвимости основывается на оценке экономического ущерба от ранее зафиксированных оползней в 1981–2000 годах.

Степень оползневой опасности для экономики распределяется по различным горным регионам неравномерно — ряд технологически развитых стран, таких как Япония, сумели несколько снизить степень опасности для своих экономик. В ряде же случаев, несмотря на экстремальные горные условия, экономический ущерб, который могут нанести оползни, крайне мал в силу незначительных размеров местной экономики — такая картина характерна для Гималайского региона и Меланезии. Следует отметить, что риски экономического ущерба не соотносятся с риском людских потерь — достаточно высоких в Гималайском регионе и на Филиппинах.

В целом, приведенная карта показывает основные зоны, формирующие спрос на наиболее технологически продвинутые решения в сфере инженерной защиты.

Андрей Лазарчук

Мост Ватерлоо

(ФРАГМЕНТ)

По ту сторону Гросс-каньона лежала территория врага, причем территория, войсками и инженерными сооружениями совсем не прикрываемая. Каньон практически непреодолим, это считалось за аксиому. Нет, в мирное время, конечно, можно было бы построить мост, обычный подвесной мост — но ведь для этого надо вести работы на обоих берегах. Только инженерный гений полковника Юнгмана — вот он стоит, познакомьтесь, вам вместе работать и работать — позволил решить эту задачу. Итак, подготовительные работы закончены полностью, завтра начнется непосредственно строительство моста; через двадцать три дня мост будет наведен, и наши доблестные бронетанковые и мотомеханизированные части, пройдя по нему, развернут победоносное наступление — поистине победоносное, потому что смотрите: все коммуникации врага перерезаются, и сама столица беззащитна,— да это просто удар кинжалом в мягкое брюхо! Это завершение не просто кампании, это завершение войны — победное завершение! И все это — благодаря вот этому мосту, стальной стреле, пронзившей пустоту над каньоном! Вам, майор, предстоит во всех деталях запечатлевать все этапы великого события. Разумеется, в общих чертах мы будем направлять вас и руководить вами, но инициатива и предприимчивость ваши будут иметь колоссальное значение. Сейчас вы будете определены на жительство, и тотчас — за работу!

Петер был не то чтобы ошеломлен, но озадачен. Ему, человеку как-никак с инженерным образованием — хотя эксплуатация машин и механизмов и строительство — это, вероятно, не совсем одно и то же,— так вот, ему все это казалось безусловной технической ересью. Впрочем, чего не бывает? На месте разберемся.

На месте... Легко сказать — на месте; а попробуйте-ка, имея всего пару ног и рост метр семьдесят восемь, обойти и обозреть стройплощадку на дне ущелья глубиной метров триста, если не больше, узкого, извилистого, загроможденного стальными фермами будущего моста, да тем более еще никуда и не пускают без предварительного допроса... Часа через четыре, умаявшись до последней степени, Петер разыскал господина Гуннара Мархеля и потребовал вертолет.

Господин Мархель сидел за пишущей машинкой в блиндаже, где расположилась киногруппа, и стучал по клавишам — хорошо стучал, быстро. В зубах у него была зажата длинная тонкая сигарета. Не переставая стучать и не разжимая зубов, он объяснил Петеру, что, согласно режиму секретности и повышенной бдительности на данном объекте, все летающие предметы автоматически считаются вражескими и подлежат уничтожению всеми возможными способами, в большинстве случаев — методом расстреляния из зенитных орудий, которых здесь очень много. Ну а что касается постоянного и повсеместного пропуска, то пропуск будет, и немедленно, а пока Петер может ознакомиться с первой частью сценария будущего фильма. Фильма? Сценарий? Я полагал, что мы будем делать хронику... я всегда считал, что сценарий для хроники... м-м... излишен, события сами... События никогда не идут сами, запомните это! За каждым событием в наше время непременно стоит ум и воля Императора — или злой ум и злая воля врага,— и мы, летописцы, не можем позволить себе увлечься кажущейся естественностью и спонтанной самотечностью событий! Читайте!

Петер стал читать.

«Мост Ватерлоо. Сценарий документального фильма. Часть I. Кадры фронтовой хроники: наши войска, напрягая все силы, отбивают атаки противника, нанося ему огромные потери в живой силе и технике. Карта военных действий, у карты военачальник. Задумывается, глядя на карту. Да, обстановка на фронте не радует... Инженер Юнгман склонился над расчетами. Ночь, но при свете свечей он продолжает свою работу. Глаза инженера блестят. Еще немного, еще одно усилие мысли... Есть!!! Он лихорадочно чертит чертеж, и мы видим, каким вдохновением горят его глаза. Закончив работу, он засыпает тут же, за столом, он счастлив. Следующий кадр: преодолевая волнение, инженер Юнгман докладывает Высшему военному совету свой проект; генералы встречают его недоверчиво, инженер нервничает, но вот трехкоронный генерал Айзенкопф подходит к инженеру, жмет ему руку и похлопывает по плечу... И вот мощные бульдозеры прокладывают дорогу в горах, саперы взрывают скалы, и вот расчищено место, откуда начнется великое строительство. Вы видите сооружение, похожее на немыслимых размеров прокатный стан? Это и есть тот стапель, с которого и двинется вперед наш корабль победы! Настал торжественный день. Саперы, стоя в строю, принимают поздравления генерала Айзенкопфа; и вот они в одном порыве устремляются на свои рабочие места; взревели сервомоторы, засверкали огни сварки, и первая секция моста медленно, почти незаметно для глаза двинулась вперед — и повисла над бездной. А на стапеле уже следующая секция, саперы, вооруженные сварочными аппаратами, дружно пристыковывают ее к первой, превращая в единый сплошной монолит. Стальные тросы, натянутые, как струны Эоловой арфы, поддерживают это сооружение. Вот мы со стороны видим, как стометровая стрела вынеслась над каньоном и солнечные лучи преломляются в паутине блестящих тросов над ней. Сапер, снимая защитный щиток, улыбается, смеется от души — он доволен своей работой, он вытирает рукавом пот со лба, и это честный счастливый пот. Бдительно несут службу зенитчики; солдаты и офицеры всматриваются в небо — неприятельский самолет! Огонь! В небе кучно возникают шарики разрывов, еще, еще — и, пылая, вражеский ас врезается в скалы. Обломки самолета — крупным планом. Еще обломки. И еще, и еще. Никто не прорвется к мосту!

Часть II. Блиндаж, саперы отдыхают. Кто-то читает письмо из дома, кто-то пишет; а вот, усевшись кружком, поют, и один подыгрывает на губной гармонике. Два сапера играют в шахматы, другие смотрят, обсуждают партию. Приносят ужин, появляются фляжки, унтер-офицер произносит тост: «За Императора! За победу!» — саперы чокаются фляжками и выпивают; потом приступают к ужину. Ночь. Саперы спят. Бдительно несет службу часовой. Шорох в темноте. «Стой! Стреляю!» Вспышка выстрела из темноты. Часовой, раненный в плечо, бросает гранату. Взрыв гранаты. Тревога! В отдалении вспыхивает и затихает стрельба. Темноту прорезают трассирующие пули. Взлетают осветительные ракеты. Приносят и складывают в ряд трупы вражеских диверсантов. Крупно — их мертвые лица. Это мальчики лет пятнадцати, еще безусые, тонкошеие. Кто послал их на верную смерть? В глазах саперов мы читаем жалость к убитым мальчикам и ненависть к их настоящим убийцам. Надо скорей прекращать эту войну! И саперы с новыми силами принимаются за работу. Уже двести метров — длина моста...»

— Я все понял,— сказал Петер.

— Не сомневался в вас,— сказал господин Мархель.— У вас великолепные данные.

Без камеры — солнце ушло — Петер спустился вниз, к основным сооружениям. Стапель, понял он. Это стапель. Ничего себе... На прокатный стан это совершенно не похоже, господин Гуннар Мархель, наверное, и не видел никогда прокатного стана. Скорее всего это напоминает увеличенный раз в десять каркас товарного вагона... бог ты мой, вот это балки! Тавры два на три, не меньше. Петер уважительно похлопал ладонью по глухому железу. И вмурованы

прямо в скальное основание — на какую глубину, интересно? Что тут от прокатного стана, так это роллинги — по ним, надо думать, будут катиться фермы моста. Но какое же усилие потребуется, чтобы их выдвигать, сотни тонн, если не тысячи... если не тысячи... Вот оно что! Это такие гидроцилиндры — мать твою... Даже сравнить не с чем. Ну, Юнгман, ну, инженер! Или вправду гений, или чокнутый. Впрочем, одно другому не мешает... одни глаза чего стоят...

Солнце встает, Плоскогорье освещено, а в каньоне мрак, глубокий и непроницаемый; с высоты снял стапель, там копошатся люди, маленькие такие мураши; а на самом верху Петер нашел кое-что не менее интересное: бурили скважины в скале, в них на растворе загоняли двутавры, а потом к этим двутаврам приваривали мощные лебедки и наматывали на барабаны тросы, интересные очень тросы, Петер таких еще не видел: блестящие, ни пятнышка ржавчины, ни торчащей проволочки, хотя сами проволочки тонкие, едва ли не с волос толщиной; редуктор, электромотор, и кабель тянется вон в тот блиндаж, из которого выходит инженер Юнгман... Итак, инженер Юнгман в рабочей обстановке, в лучах восходящего солнца... есть.

— Уже работаете, — сказал Юнгман. — Хорошо.

— Когда же начнется? — спросил Петер.

— Через... — Юнгман посмотрел на часы. — Через пятьдесят минут. Пойдемте.

— Инженер, — сказал Петер. — Объясните мне суть дела. Я же должен знать, на что обращать внимание.

— А вам не объясняли?

— Только политический аспект.

— Я думал, вы уже в курсе... Так вот: там, внизу, на стапеле, монтируются и свариваются фермы моста. Разумеется, никакая ферма, как бы прочна ни была, не сможет выдержать своего веса при наращивании ее длины. Поэтому мы должны ее поддерживать. Отсюда, как с естественного пилона, ферма и будет поддерживаться особо прочными стальными тросами. Каждый трос способен выдержать три четверти веса одного звена фермы моста, поэтому каждое из них будет поддерживаться как минимум двумя тросами. Поскольку на последних этапах строительства из-за нарастания тангенциального коэффициента нагрузка на тросы, поддерживающие концевое звено, будет в три с половиной раза превышать его истинный вес, концевое звено будет крепиться четырьмя парами тросов, избыток прочности потребуется для компенсации собственного веса тросов, на случай возникновения автоколебаний... ну и прочего. Далее количество тросов на звено будет уменьшаться, и на последнем звене их будет минимум два. Когда конечное звено упрется в противоположный берег, оно будет там зафиксировано, а затем, избирательно натягивая тросы и создавая сжимающее напряжение в ферме посредством домкратов, мы придадим мосту параболически-арочную форму, что позволит добиться его грузоподъемности в тысячу двести — тысячу четыреста тонн, то есть пустить по мосту колонну тяжелых танков с интервалом сорок метров либо колонну грузовиков с интервалом шесть с половиной — десять метров. Таким образом, при движении танков со скоростью двадцать пять километров в час, а грузовиков — тридцать пять километров в час мы обеспечим переброску ударной танковой армии за четыре часа сорок минут. Я думаю, вам не надо объяснять, что произойдет при появлении в тылу противника ударной танковой армии?

— Не надо, — сказал Петер. — С этим мне все ясно.

Они спустились вниз на подъемнике, был тут, оказывается, и подъемник, и вовсе не обязательно было отсчитывать ногами полторы тысячи ступенек, — да ладно уж... Саперы были построены, господин Гуннар Мархель черным вороном прохаживался в отдалении, младшие операторы тратили пленку, изощряясь в выборе точек съемки, и время подходило к назначенному, а генерала все еще не было. Наконец, опоздав минут на десять, он возник, стоя в рост в своем «хорьхе», инженер Юнгман рявкнул: «Смирно! Р-равнение — на средину!» — и стал было рапортовать, но генерал отмахнулся от него и, встав с ногами на сиденье, прокричал, надсаживаясь:

— Орлы! Саперы! Вперед! Да не посрамим! По местам!

Строй распался, саперы быстро разбежались по местам, протрубили горн — и что-то началось. Началось незаметно, неявно, но движение, раз возникнув, перекидывалось на еще неподвижное, как невидимый глазу огонь, и вот медленно, с натугой, с тяжелым скрежетом растревоженного стоялого железа тронулась в стапеле, выдвигаясь из него клыкастой маской, насаженной на решетчатую шею, концевая ферма, та, которой предстояло проделать весь путь над пропастью и впиться в тугую скалистую плоть противоположного берега — вражеского берега, вражьего края... Поверху стапеля суетились саперы, цепляя тросы, пока еще свободно висящие, безвольные, тяжелые, — нет, уже натянулись, уже держат, уже звенят от натуги, тонкие и прямые. Распоряжался всем инженер Юнгман, да и вряд ли могло быть иначе: его замысел, его саперы... Инженер мелькал везде, неутомимо и проворно, ненадолго задерживаясь на каких-то, видимо особо ответственных участках, и понемногу начинало казаться, что их здесь очень много, этих инженеров Юнгманов.

Петер старался побывать везде, было тесно и неудобно и никак не удавалось найти той точки, с которой можно бы было дать панораму событий, — да и не было, наверное, такой точки. Зато раз Петер сделал чудесный портрет Юнгмана, тот что-то говорил, показывая рукой, и на этот раз не требовалось ему кричать: «Держи лицо», лицо и так было что надо: вставшие дыбом короткие седоватые волосы; обширный лоб с залысинами чуть не до темени, округлый, как каска, и, как каска, нависающий над лицом; развитые надбровные дуги то ли совсем без бровей, то ли с чрезвычайно светлыми бровями; а ниже — пещероподобные глазные впадины; какие-то неживые, жесткие и малоподвижные, как у черепахи, веки, но под этими веками глаза — яростные, страшные, быстрые; острые обтянутые скулы, острый нос, почти безгубый маленький рот и нежный девичий подбородок, решительно не имеющий никакого отношения к прочим участкам лица. Когда он говорил, почему-то казалось, что щеки у него тонкие, как пергамент — так они натягивались и сминались. Вообще инженер был быстр и экономен в движениях и, кажется, очень силен, хотя производил на первый взгляд впечатление хилости. Петер потратил на него метров пятьдесят пленки и знал, что потратил очень не напрасно.

В гудение механизмов, скрип и скрежет металла посторонний звук проникал тяжело и, проникнув, значение свое почти утрачивал; поэтому частый перебойный стук, напоминающий стук многих молотков в отдалении и вызывающий такое же мелкое и частое подрагивание под ногами, внимание на себя обратил не сразу. Только когда вокруг стали поднимать головы и указывать пальцами вверх, Петер догадался, что бьют зенитки. Небо было рябое от разрывов, в кого стреляли, было неясно, потом среди белых, быстро темнеющих комочков сверкнул огонек, не погас и стал падать, рисуя длинную бессильную черту; зенитки перестали стрелять сразу — самолет был один. Он упал далеко за каньоном, даже звук взрыва не долетел сюда, лишь несколько минут спустя над скалами поднялся тонкий столб синего дыма. Сначала он поднимался вертикально, потом резко переломился под прямым углом и потянулся на север — там, наверху, дул ветер.

Работы не прекращались и ночью, саперы сменяли друг друга, работая в две смены по двенадцать часов.

Мост был уже длиной около двухсот метров, когда случилась беда: лопнул один из гидроцилиндров домкратов. Струя масла под давлением триста атмосфер ударила в группу саперов, работавших на участке сварки, они собрались у трансформатора, что-то там не ладилось; пятерых рассекло, как сабельным ударом, остальные девятеро были ранены, покалечены, контужены, обожжены — трансформатор-то вспыхнул... Конечно, сработала блокировка, пожар погасили, масло теперь вытекало густой синей струей, нестрашной и безопасной, но работа остановилась. Запасной гидроцилиндр весил четыреста тонн, и установка его в такой теснине была мероприятием, мягко говоря, трудоемким. Шанур, дежуривший в то время, умудрился почти все снять, но господин Мархель пленку отобрал и тут же засветил, не вдаваясь в объяснения.

Трое суток потребовалось саперам инженера Юнгмана, чтобы снять лопнувший гидроцилиндр и поставить новый. Это была адская работа; Петер был там, в самой гуще, то снимал, то, когда кричали: «Помогай!» — помогал: подбегал и подставлял плечо, или тянул, или наваливался... Никто, наверное, не уходил отсюда все трое суток; если становилось невмоготу, спали тут же, вповалку — час, два, не больше. Юнгман посерел лицом и, когда монтаж цилиндра закончили, потребовал — именно потребовал — у генерала Айзенкопфа отдых для саперов; Айзенкопф отказал, поскольку из-за аварии аж на три дня выбились из графика.

Налеты начались на второй день посте этого разговора. Рано утром, не видимые простым глазом, прошмыгнули в вышине разведчики. Два были сбиты, но несколько, видимо, сделали свое дело. В полдень из-за каньона, покрывая шум работы механизмов, накатился мощный, ровный, нарастающий рев множества моторов.

— Воздух! — раздалась команда, и тут же завыла сирена.

Саперы не суетясь покидали свои места и уходили в укрытия. Бояться до сих пор приходилось не столько бомб, сколько осколков своих

же снарядов. Петер загнал операторов в блиндаж к саперам, а сам пока остался.

Он выбрал себе место на краю обрыва, под скалой: отсюда хорошо был виден и мост, висящий над пропастью, и самолеты, которые шли так высоко и так густо, что отдельные машины не улавливались взглядом, просто накатывалась туча, серая и тяжелая, только вот слишком уж быстро... Почти как свою уязвимость, Петер ощутил вдруг уязвимость моста,— мост замер, ожидая, что будет, замер, накрепко притянутый к скале тросами, замер, как человек в ожидании выстрела,— Петер удивился этому, но удивился мельком, потому что туча начала распадаться, эскадрильи расходились в стороны, а часть, та, что шла в центре, заскользила, снижаясь, разгоняясь для удара — предстоял знаменитый «звездный налет», когда самолеты нападают одновременно со всех сторон и с разных высот,— Петер сумел снять это развертывание для удара, снять панорамой, кадр получался отменный, и мельком ему подумалось, что этот отменный кадр может сегодня и не уцелеть... И тут грохнули зенитки.

Это было как мордой об пол, а потом медленный звон в ушах, и мягкими кулаками молотило по голове, и где-то позади глаз сверкали белые вспышки, сливаясь в единое пламя, и Петер снимал, перезаряжал и снова снимал, уже плохо понимая, что происходит и что он сам в этом происходящем значит,— орудия били, захлебываясь от спешки, и снаряды торопливо, обгоняя друг друга, лопались в вышине, выплескивая в небо свой жар и свою ярость; и небо сначала побелело, а потом раскалилось до ярко-розового сияния, и в сиянии этом истаивали бомбовозы и уже закопченными скелетами валились вниз, волоча за собой шлейфы сгоревшего бензина и когда-то живой плоти — земля дрожала, ходила ходуном и вздрагивала, дергалась от ударов, и черные искры сыпались из разворошенного неба, и так было долго и кончилось как-то поразительно сразу, только пойманное эхо металось в каньоне и валил откуда-то тяжелый жирный дым.

Петер сидел на земле, камера валялась рядом, и не понять было, откуда взялась такая тишина, но вот кто-то подошел к нему и помог встать. Это был Шанур, вся морда в копоти и куртка прожжена во многих местах, он что-то сказал, но вновь вернулось эхо от того берега, и Петер не расслышал и переспросил, Шанур повторил, теперь Петер расслышал, но не понял. Шанур снял с него каску, сверху на каске была вмятина, а на голове — Петер потрогал,— на голове вроде ничего такого не было, только болело под пальцами. Шанур и Армант, он тоже оказался здесь, взяли Петера под руки и повели. Петер шел спокойно, ноги были как ноги, только земля покачивалась, как палуба.

— Отбились на первый раз,— сказал кто-то.

— И на второй отобьемся,— сердито сказал еще кто-то.— И на третий.

— Снарядов бы хватило,— сказал первый кто-то.

— Самолетов бы у них хватило, вот что,— сказал второй.— Видел, сколько сбили?

— Видел,— сказал первый.— Много.

— То-то же! — сказал второй со значением.

А мост-то цел? Петер оглянулся. Мост был цел. Даже воронок поблизости от него не так уж много наковыряли.

Второй налет произошел часа через два. На этот раз бомбили с большой высоты и целились, видимо, по батареям. Сбит был только один бомбардировщик. Вечером, перед самым заходом, батареи отбомбили еще раз. И весь следующий день налеты продолжались беспрерывно: эскадрильи с предельной высоты вываливали бомбы и уходили, уступая место следующим, не нанося существенного урона, но и почти без потерь. Когда подвели итоги этого второго дня, оказалось, что сбито четыре самолета и еще четыре «ушли со снижением, факт падения не зафиксирован»; бомбами выведено из строя одиннадцать орудий, тридцать два артиллериста убито, девятнадцать ранено. Противник решил применять тактику измора.

Работы приостановились. Когда над головой рвутся десятки тысяч снарядов, крупные осколки падают дождем. Стали защищаться от осколков. Над рабочими местами установили навесы из листовой стали, наделали огромное количество щитов, чтобы прикрываться, пересекая открытые пространства. При монтаже навесов больше полусотни саперов выбыло из строя, из них половина — безвозвратно; зато работы возобновились и продолжались и днем и ночью.

Где-то через неделю после возобновления работ в блиндаж к киношникам забрел инженер Юнгман. Он был явно не в себе, впервые Петер видел его настолько беспомощным.

Погас свет, и минуту спустя лампочки чуть затеплились багровым — что-то случилось на электростанции. Тревоги, впрочем, не было, не было и посторонних звуков наподобие взрывов или выстрелов. Глаза привыкли к полумраку, и разговор возобновился, кто-то что-то сказал о неприспособленности человека к военно-полевым условиям, Петер возразил в том смысле, что попробуете еще настоящих окопов, и здешняя жизнь представится раем, и тут Юнгман сказал:

— Ничего, приспособится человек. Машина приспособит,— и улыбнулся жестоковато.

И голос его, и улыбка как-то обращали на себя внимание, и Петер спросил:

— Машина? Какая машина?

— Вообще машина. Машина с большой буквы.

Юнгман встал, уронил табурет и даже не заметил этого. Его, кажется, прорвало:

— Человечество... прогресс... процветание... свобода, равенство, братство и счастье... Чушь! Человек пребывает в приятной уверенности, что он является если не центром Вселенной, то уж хотя бы царем природы здесь, на нашей планете. Чушь, чушь! С той минуты, когда первая обезьяна взяла в руки палку и привязала к ней камень, человек возник и сразу исчез, потому что появилась Машина. Нет человека в природе! Есть Машина и есть полужидкие создания, которые при ней прижились. Человек как вид давно уже не подвержен эволюции, за него эволюционирует Машина. Идет эволюция Машины, и человек является только средством этой эволюции, так сказать, мутагенным фактором. Машина вполне сознательно отбирает себе людей. Когда-то ей понадобились люди с хорошо развитой кистью — они были отобраны и дали потомство, прочие сгинули. Ей нужны люди с хорошо развитым мозгом, на случай возникновения каких-либо кризисных ситуаций — пожалуйста, человек имеет мозг, стократно превосходящий тот, который ему необходим повседневно. Машина не подчиняет себе людей, это смешно — она их отбирает и развивает в соответствии со своими потребностями. Сегодняшними своими потребностями, заметьте. Эволюция слепа. Каменный топор не знал, что ему предстоит стать бронзовым, потом железным, потом бензопилой. Он просто потихонечку превращается из одного в другое. Цели у эволюции нет. Точнее, ее никто не знает — ни Машина, ни тем более человек. Конструктор, создающий новую форму Машины — ракету, скажем,— знает о результате своей работы не больше, чем космическая частица, поражающая яйцеклетку...

— Подождите, Юнгман,— сказал Петер.— Машина, по-вашему,— это...

— Совокупность всех машин и механизмов, существующая сейчас в мире.

— Ага,— сказал Петер и задумался. Ему представились на миг расползшиеся по континентам железные шевелящиеся заросли, маслянисто блестящие, сверкающие, ветвящиеся, как кораллы...

— ... как кораллы,— подхватил его мысль инженер Юнгман, и Петер снова стал его слушать.— Новые слои нарастают, старые отмирают, все это приобретает самые причудливые формы — притом старые слои не умирают сами собой, новые душат их, отнимая металл, энергию, людей — это приводит к конфликтам...

— И государственные границы,— напомнил Петер.

— Нет,— сказал Юнгман.— Это другое. Государственные границы для Машины — это как бы клеточные мембраны, они создают необходимую для развития разность потенциалов... впрочем, когда эта разность превосходит критическую, границы не выдерживают...

— Тогда война?

— Не обязательно. Аншлюсс, колонизация, свободная торговля...

— А война?

— Война, мне кажется, это когда у Машины возникает что-то вроде раковой опухоли и она ее удаляет...

— Инженер! — вдруг заговорил Армант, голос его был напряженный и звенящий.— Получается, что вы отождествляете свою Машину с богом?

— Ну что вы,— сказал Юнгман,— какой бог? Организм, только и всего. Большой и сложный организм. Подумаешь, человеков выводит. Мы вот выводим новые породы собак — что мы, боги после этого? И вообще... бог... Бог не должен совершать таких ошибок. А то — уроды разные... тупиковые ветви эволюции... пирамиды там... и прочее. Хотя, может быть, создание бога — это и есть цель эволюции Машины? Бог из Машины... Только тогда, наверное, и человеку надо будет перестать быть лишь смазкой в ее шестеренках и возвыситься до нее. Всемогущество как цель... а если оно будет достигнуто и станет средством — тогда что? Новый виток? Ладно, пойду я...

Он поставил табурет на место и вышел. Утром его видели: совершенно спокойный, он обошел все участки, отдал несколько дельных распоряжений, потом вышел на мост, прошел по нему до самого конца — четыреста тридцать метров на тот момент,— долго стоял там, а потом прыгнул вниз. ■

© Андрей Лазарчук, 1990

Иннокентий Андреев

Ответственный секретарь журнала «Инженерная защита»

ИНФРАСТРУКТУРНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Проект магистрали «Элегест-Кызыл-Курагино»

Аннотация

В статье рассматривается проект постройки железнодорожной магистрали Элегест-Кызыл-Курагино, соединяющей богатую полезными ископаемыми Республику Тува с Транссибирской магистралью. Приводится справка по угольным месторождениям Республики Тува. Даются оценки возможных перспектив развития строящейся магистрали и роль решений инженерной защиты в обеспечение безопасности.

Ключевые слова

Элегест-Кызыл-Курагино Тува, Красноярский край, железнодорожное строительство, инфраструктурные проекты, коксующийся уголь, Китай

ОБЗОР

Строительство железнодорожной ветки Элегест-Кызыл-Курагино — новейший российский транспортный проект, крайне интересный как с точки зрения экономического развития Сибири, так и с точки зрения перспектив применения решений инженерной защиты. Исключительно сложные инженерно-геологические условия маршрута, значительные высоты (до 1400 метров над уровнем моря), большое число инфраструктурных объектов (127 мостов и 8 тоннелей) неизбежно потребуют масштабных защитных мер.

Важной чертой проекта является его высокая степень финансовой надежности — средства на проект выделяются из Фонда национального благосостояния, а нацеленность всего проекта на развитие сотрудничество с Китаем в текущих условиях говорит о высокой значимости проекта для руководства страны.

ПРЕДЫСТОРИЯ

Идея проведения ответвления Транссибирской магистрали к городам и месторождениям полезных ископаемых республики Тува не является новой. В настоящее время территория республики связана с остальной частью России только авиационным сообщением и двумя автодорогами — трассами М-54 и А-162. Движение по этим автодорогам осуществляется нерегулярно, в особенности в зимний и весенний периоды из-за лавинной опасности.

Несмотря на вхождение Тувы в состав СССР в 1944 году, другие «великие стройки» не позволяли приступить к реализации проекта железнодорожного соединения Тувы с Транссибом. Технико-экономическое обоснование перспективной железнодорожной линии появилось лишь в 1980-х годах, причем разработанный проект предполагал строительство лишь однопутной линии на тепловозной тяге, задачей которой являлось снабжение Тувы потребительскими товарами.

Новый интерес к проекту железной дороги через Саянский хребет возник только в 2007 году. Основной причиной возобновления проекта стал интерес крупного бизнеса к огромному Элегестскому месторождению коксующихся и энергетических углей в условиях дефицита кокса у российских металлургов. Правительство же было заинтересовано в создании новых путей выхода на азиатские рынки.

РЕСПУБЛИКА ТУВА

Республика Тува представляет собой определенный парадокс — регион является глубоко дотационным, обладая при этом колоссальными запасами полезных ископаемых. Так, в недрах республики хранится более 20 млрд тонн высококачественных коксующихся и энергетических углей. Большая часть от этих запасов приходится на Улуг-Хемский угольный бассейн, расположенный

ИНФРАСТРУКТУРНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Республика Тува представляет собой определенный парадокс — регион является глубоко дотационным, обладая при этом колоссальными запасами полезных ископаемых

ИНФРАСТРУКТУРНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

По данным центра «Минерал» за 2007 год.

Рынок угля

При всем богатстве недр страны перед угледобывающей отраслью России с каждым годом все явнее встает проблема исчерпания запасов в инфраструктурно освоенных регионах, таких как Кузбасс и Печорский угольный бассейн, и возникает все большая необходимость приступить к разработке месторождений в более отдаленных районах. Для российской угольной отрасли это в первую очередь Улуг-Хемский угольный бассейн и Элегестское месторождение в Якутии. Отдельным стимулом для увеличения внимания к разработке новых месторождений послужила авария на шахте Распадская в 2010 году. Вызванный аварией дефицит коксующегося угля в стране привел к тому, что Новолипецкий металлургический комбинат закупал необходимые марки угля в США. В настоящее время рынок коксующихся углей России, добываемых преимущественно в Кузнецком и Печорском бассейнах, постепенно перестает соответствовать требованиям коксохимической промышленности, в особенности по содержанию углей лучших марок. Сложившаяся ситуация требует разработки новых месторождений уже в ближайшие годы.

УЛУГ-ХЕМСКИЙ УГОЛЬНЫЙ БАССЕЙН

Общие запасы Улуг-Хемского угольного бассейна оцениваются в 20 млрд тонн угля, из которых 14 млрд тонн приходится на коксующиеся угли дефицитных высококачественных марок. Крупнейшими месторождениями бассейна являются Элегестское, Каа-Хемское, Межегейское и Ээрбекское.

на наиболее экономически освоенных территориях республики.

В геологическом плане Улуг-Хемский угольный бассейн представляет собой достаточно крупную отрицательную тектоническую структуру (наложенную мульду), выполненную угленосными отложениями юрской системы, а также безугольными верхнеюрскими, нижнемеловыми и неогеновыми отложениями. Площадь бассейна составляет 2700 км^2. Почти в центре бассейна расположена столица Республики Тува — город Кызыл. Крупнейшими месторождениями Улуг-Хемского угольного бассейна являются Элегестское, Каа-Хемское, Межегейское и Ээрбекское.

Угли Улуг-Хемского угольного бассейна относятся к числу наиболее спекающихся из известных в мировой угледобыче и по качеству превосходят

Угли Улуг-Хемского угольного бассейна относятся к числу наиболее спекающихся из известных в мировой угледобыче и по качеству превосходят все российские угли этой марки

все российские угли этой марки. По ряду показателей (низкая природная зольность, низкое содержание серы и фосфора и легкая обогатимость) улуг-хемские угли принадлежат к наилучшим как на российском, так и на мировом рынке коксующихся углей.

Элегестское каменноугольное месторождение находится в западной части Улуг-Хемского бассейна. Площадь месторождения составляет более 80 км^2. Детальная разведка Элегестского месторождения была проведена в 2006–2009 гг. силами «Красноярской буровой компании» и «Красноярской горно-геологической компании». По результатам проведенных работ разведанные запасы коксующихся углей марки Ж были оценены в количестве 818 449 тыс. тонн, а запасы предварительно оцененных — 86 740 тыс. тонн.

Технико-экономическое предложение по разработке месторождения было выполнено специалистами IMC Mountain в сотрудничестве с рядом российских исследовательских институтов — ОАО «Гипрошахт», ЗАО «Гипроуголь», ОАО «СибНИИуглеобогащение», ВНИМИ и рядом других.

По экспертным оценкам, себестоимость добычи угля на Элегестском месторождении составит до 30$ за тонну — что сравнимо с высокоэффективными шахтами Кузбасса и в два раза дешевле, нежели добыча на шахтах «Арктиугля». Неглубокое залегание тувинских углей позволяет вести разработку месторождений открытым способом, что значительно удешевляет добычу. Единственной причиной, сдерживавшей развитие месторождения в течение долгого времени, являлось отсутствие соединения Республики Тува с железно-дорожной сетью страны — практикуемый на соседних месторождениях вывоз угля большегрузными грузовиками возможен лишь в относительно небольших масштабах.

В 2007 году трасса в Туву была включена в программу развития железнодорожного транспорта России до 2030 года и упомянута в ежегодном послании президента России. В 2011 году премьер-министр России Владимир Путин вбил первый золотой символический костыль в шпалу на строящейся железной дороге. Несмотря на поддержку на самом высоком уровне, в 2012 году из-за банкротства «Енисейской промышленной компании» строительство трассы было фактически заморожено и исключено из списка проектов, поддерживаемых Инвестиционным фондом РФ. Второе дыхание строительству железной дороги дал приход в проект структур Руслана Байсарова. Окончательный переход проекта в реальную стадию произошел весной 2014 года, после принятия на Петербургском международном экономическом форуме решения о выделении средств из Фонда национального благосостояния на освоение Элегестинского угольного месторождения и строительство железной дороги Элегест–Кызыл–Курагино.

По экспертным оценкам себестоимость добычи угля на Элегестском месторождении составит до 30$ за тонну — что сравнимо с высокоэффективными шахтами Кузбасса и в два раза дешевле, нежели добыча на шахтах «Арктиугля»

СТРУКТУРА ПРОЕКТА

Общее финансирование нового угольно-транспортного проекта составляет 217 млрд рублей, из которых на железнодорожное строительство направляется 156 млрд, а оставшиеся

Проект стоительства железнодорожной ветки Кызыл–Курагино

- Существующие железные дороги
- Проектируемая железная дорога
- Проектируемые тоннели
- Элегестское месторождение

ИНФРАСТРУКТУРНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

средства — на освоение Элегестского месторождения. По заявлению главы республики Тува Шолбана Кара-оола, на реализацию проекта «Элегест–Кызыл–Курагино» из ФНБ предполагается выделить 40 процентов от стоимости проекта, 25 процентов будет обеспечено частными инвесторами, а 35 процентов составит кредит, взятый в банках. При этом средства из ФНБ частный инвестор обязуется возместить государству.

Проект, созданный специалистами института Томгипротранс, предусматривает строительство железной дороги общей длиной в 410 км — 115 км по Туве и 295 — по Красноярскому краю. Новая магистраль соединит станцию Элегест со столицей Республики Тува городом Кызыл и далее со станцией Курагино в Красноярском крае.

Строительство будет производиться в крайне сложных инженерно-геологических условиях. Железная дорога пройдет через хребет Западных Саян, где высота площадок будет достигать более 1400 метров над уровнем моря. Во многом строителям новой магистрали предстоит повторить сверхсложный опыт строительства 650-километровой «трассы мужества» Абакан–Тайшет, возведенной в 1959–1964 годах. На пути железной дороги три горных хребта, через которые необходимо прорубить восемь тоннелей и соорудить 127 мостов (в некоторых случаях высота опор будет достигать 90 метров). Дорога потребует сооружения 1087 водопропускных труб, протяженностью более 25 км и строительства более 600 км автодорожных подъездов и временных автодорог.

> Строительство будет производиться в крайне сложных инженерно-геологических условиях. Железная дорога пройдет через хребет Западных Саян, где высота площадок будет достигать более 1400 метров над уровнем моря

Масштабное строительство потребует новых энергетических мощностей. В рамках проекта будет построена новая электростанция мощностью 135 Мвт. По оценкам компании ТЭПК строительство создаст в Республике Тува 15 тыс. рабочих мест. Согласно проекту по новой железной дороге планируется перевозить 15 млн тонн угля ежегодно. ТЭПК планирует осуществлять экспорт коксующихся углей с Элегестского месторождения через Транссиб и порта Ванино. Согласно имеющимся планам работы по строительству начнутся во II квартале 2014 года и завершатся в I квартале 2018 года.

По оценкам министерства экономического развития Республики Тува, основные выгоды от проекта для региона:

- Налоговые отчисления в консолидированный бюджет республики после выхода угледобывающего комплекса на проектную мощность составят более 3 млрд рублей
- Будет создано более 23 тысяч новых рабочих мест, из чего 18 тысяч придется на железнодорожное строительство, эксплуатация железной дороги создаст 2,5 тысячи рабочих мест, а освоение Элегестского месторождения даст еще 3,3 тысячи
- Будут расширены электрические мощности благодаря строительству дополнительных электролиний, произойдет увеличение масштабов капитального строительства как производственных объектов, так и объектов социальной сферы
- Будет создана сеть предприятий по обслуживанию и ремонту путей и подвижного состава железнодорожной линии
- Увеличится внешнеторговый оборот республики

ИНФРАСТРУКТУРНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Проект Элегест–Кызыл–Курагино даст России новый источник коксующегося угля, увеличит связность Республики Тува с остальной Россией, простимулирует дальнейшее развитие строительной отрасли и увеличит связь российской экономики с растущими азиатскими рынками. Однако наибольший экономический потенциал для страны представляет собой проект продолжения магистрали в направлении Монголии и Китая.

КИТАЙСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

3 апреля 2014 года министр обороны России Сергей Шойгу на заседании российского правительства предложил расширить проект строительства железнодорожной линии Элегест–Кызыл–Курагино и продлить линию в направлении Китая, Пакистана и Индии.

«В программе есть строительство железной дороги из Курагино на юг на Кызыл. От Кызыла можно бы идти дальше через Западную Монголию на Урумчи, на Китай, а оттуда уже в любую сторону — в Пакистан, в Индию, куда угодно», — заявил Шойгу. По словам министра, в случае согласия китайской стороны это способствовало бы переориентации существующих грузопотоков из России, в частности поставок коксующегося и энергетического угля.

При всей сложности данной идеи и даже при исключении откровенно фантастического варианта достройки железной дороги до Индии/Пакистана (означающей строительство через пустыни и крупные горные цепи) проект достройки магистрали до китайского Урумчи является крайне интересным как для России, так и для Китая. В настоящее время активно обсуждается привлечение китайских инвестиций к развитию добычи угля в России, и дополнение таких проектов дополнительным транспортным маршрутом было бы достаточно логичным шагом.

Вопрос осуществления столь масштабного расширения проекта Элегест–Кызыл–Курагино в настоящее время слабопредсказуем, так как будет решаться на уровне договоренностей между лидерами России и КНР. Тем не менее существующие политические и экономические тенденции говорят о возможности такого сотрудничества. В случае принятия решения о подобном расширении проект приобретет титанические размеры и окажет колоссальное влияние на переориентацию российской экономики.

> Наибольший экономический потенциал для страны представляет собой проект продолжения магистрали в направлении Монголии и Китая

Крайне сложные геологические условия предстоящего строительства магистрали Элегест–Кызыл–Курагино обусловливают необходимость заблаговременного проектирования решений в сфере инженерной защиты как самой магистрали, так и подъездных временных автодорог и прочих инфраструктурных объектов. Для нового строительства окажется незаменимым опыт защиты транспортных путей и населенных пунктов, полученный российскими компаниями в процессе олимпийского строительства. Российская строительная отрасль в целом и поставщики решений в сфере инженерной защиты в настоящее время уже подготовлены для реализации новых крупных инфраструктурных проектов с быстрыми темпами строительства и высоким уровнем безопасности. ■

Компания **РОСИНИЖИНИРИНГ** готова предоставить весь спектр услуг по инженерной защите территории начиная от обследования местности и заканчивая строительно-монтажными работами.

roing.ru

Санкт-Петербург, ул. Гельсингфорсская 2 А
Тел.: +7(812) 331-53-36
e-mail: info@roing.ru

Росинжиниринг

Защита от оползней

К Олимпийским играм 2014 г. на территории ГТЦ ОАО «Газпром» компания Росинжиниринг укрыла 140 000 м^2 склонов системой Mighty Net,

что равняется площади 20 футбольных полей

Защита от камнепадов

Установлено около **10 500** штук нагелей **Titan**, а также около **200 км** стальных канатов,

что равняется расстоянию от Красной Поляны до Сочи и обратно

Защита от лавин

Установлено порядка **583 снегоудерживающих конструкций**

Для лавинонаправляющей дамбы уложено **900** шт. габионных коробчатых конструкций, разработано **15 000** м куб. насыпи грунта, в том числе **2 000** м куб. бутового рваного камня

Защита от селей

Установлено **11 селебарьеров Geobrugg**

Защита от эрозии

Площадь, обработанная по технологии гидропосева, – **335 225, 76 м^2**,

что сопоставимо с площадью государства Ватикан

Галина Бояркова

Журналист

ХРАНИТЕЛИ

Изборская крепость

Аннотация

В статье рассказывается история Изборской крепости, приводится описание работ по ее реставрации и консервации 2011–2013 годов.

Ключевые слова:

Изборская крепость, реставрация, консервация, инженерная защита.

Построенная в 1330 г., Изборская крепость выдержала десятки вражеских осад и прекрасно сохранилась до наших дней, являясь выдающимся примером оборонного зодчества Древней Руси. Реставрация 2011–2013 годов позволила совершить ряд археологических открытий, обновить облик крепости и вдохнуть в нее новую жизнь. Тем не менее, несмотря на проведенные работы, объект по-прежнему нуждается в защите от эрозионных процессов

ХРАНИТЕЛИ

Протяженность стен крепости — 623 метра, средняя толщина — 4 м, а их высота варьируется от от 7,5 м до 10 м. Диаметр башен — 10–12 м, высота 12–19 м, средняя толщина стен башен — 3 м.

«ЖЕЛЕЗНЫЙ ГОРОД»

Изборск — один из самых древних городов Северо-Западного региона России. Впервые он упоминается в «Повести временных лет» в истории призвания варягов в 862 году: «Старейший, Рюрик седее в Новегороде, другий, Синеус на Белеозере, третий в Изборсте, Трувор».

Хроники XI–XIII веков рисуют историю Изборска как напряженное противостояние агрессии Тевтонского и Ливонского ордена. За 200 лет, с 1030 по 1233 год, летописи упоминают 20 крупных осад крепости и сражений под ее стенами. Дважды немецким рыцарям удавалось захватить город — в 1233 и 1240 годах.

Чтобы защитить город, в 1330 году псковским посадником Шелогой было завершено строительство на Жеравьей горе новой мощной каменной крепости, которая и сохранилась до наших дней.

Изборская крепость занимает площадь 2,4 га и имеет форму неправильного треугольника. При ее строительстве древние инженеры максимально задействовали рельеф местности. С севера крепость защищена глубоким обрывом, с юга — оврагом, с востока — рекой Смолкой. С западной, приступной, стороны были вырыты две линии рвов и поставлены четыре башни.

Строились укрепления из известняковых пород, которые добывали прямо из склона Жеравьей горы. Таким образом, крепость в буквальном смысле вырастает из холма, на котором стоит.

В XIV–XVI веках Изборская крепость была одним из самых мощных оборонительных сооружений своего времени. За этот период в летописях зафиксировано восемь крупных осад города, но ни разу крепость не сдалась врагу в открытом бою, создав Изборску славу «Железного города».

Закат Изборской крепости начался в конце XVI века, после того как в 1581 году город был взят войсками польского короля Стефана Батория. Окончательно она утратила свое стратегическое значение в XVIII веке, когда после Северной войны граница отодвинулась на запад, превратив некогда грозный Изборск в тихий провинциальный городок.

> В XIV–XVI веках Изборская крепость была одним из самых мощных оборонительных сооружений своего времени

«ОЧАРОВАНИЕ» ЗАПУСТЕНИЯ

Утратив роль форпоста, Изборская крепость начала приходить в упадок. Известняк, из которого она была построена, от дождя и ветра со временем расслаивается, превращается в крошку. При Петре I и Екатерине II, судя по сохранившимся описаниям, выдающийся памятник древнерусского зодчества находился в полуразрушенном состоянии.

Первые восстановительные работы были проведены при Николае I. В 1842 г.

Главное — аутентичность

Особенность работы заключалась в том, что сохранность подлинной кладки на разных участках изборских стен неоднородна. Кроме того, при разборке поврежденных поздних закладок обнаруживались большие фрагменты подлинных деталей разных периодов постройки.

В итоге было решено сохранить 80% кладки XIV века. Осталась на месте и консервация середины XIX века. А вот кладку 60–70-х годов, диссонирующую с исторической, пришлось заменить.

Протезирование разрушенных участков делалось по фотографиям середины XX в. Причем воссозданные фрагменты повторяли индивидуальный характер древней кладки — вплоть до размеров плиты и валуна.

При восстановлении кладки использовался специальный консервационный раствор, позволяющий максимально долго удерживать известняк. Первое время новые швы будут бросаться в глаза из-за белого цвета, но с годами, обещают реставраторы, раствор снаружи обкрошится и потемнеет — и будет неотличим от аутентичной кладки.

Алексей Старков, starcom68.livejournal.com/790063.html

Главным управлением путей сообщения и публичных зданий было выделено на ремонт Изборской крепости 4698 руб., и еще 2664 руб. добавил Святейший Синод на строительство новой колокольни Никольского собора. Разрушенные участки крепостных стен и башен были починены, Никольские ворота построены заново.

Во время Великой Отечественной войны крепость снова подвергалась разрушениям. Немецкие войска устроили на ее территории ремонтные мастерские для гусеничных самоходок и испытывали эту технику,

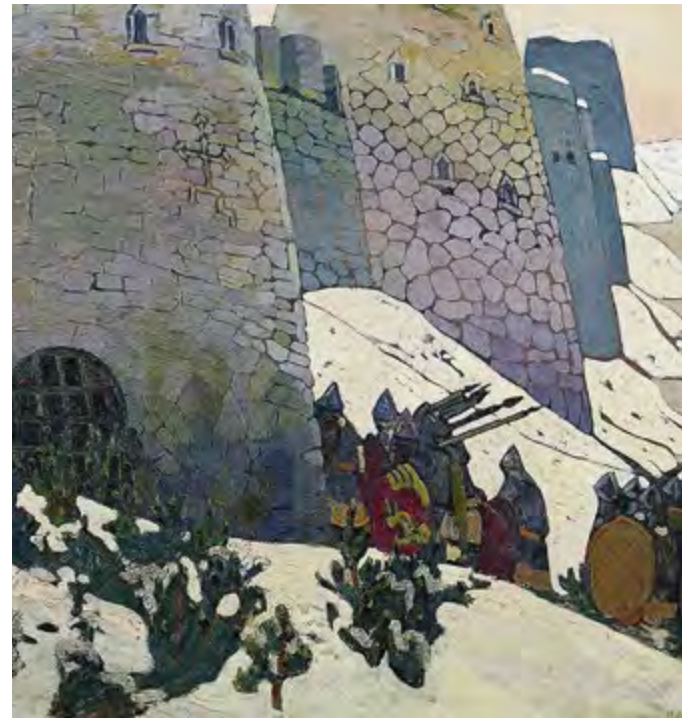
В Изборске снимались кинофильмы «Андрей Рублев», «Звезда пленительного счастья», «Семен Дежнев», «Открытая книга», «Армия Трясогузки»

стреляя по стенам. Работы по восстановлению крепости были начаты только в 1961 г. и велись на протяжении последующих 13 лет.

Однако к началу XXI века крепость снова стала нуждаться в ремонте. Консервационные кладки 70-х, 90-х годов разваливались. Осыпи вдоль стен заросли бурьяном. Страдала крепость не только от воздействия естественных процессов, но и от пресловутого человеческого фактора.

Так, под южной стеной действовала парковка для автобусов. Как рассказывает директор Изборского музея-заповедника Наталья Дубровская, от вибрации техники дрожали стены, что ускоряло процесс разрушения. Вход в крепость был бесплатным, и посетители не слишком бережно относились к культурному наследию — устраивали пикники, оставляли мусор, пустые бутылки.

ХРАНИТЕЛИ



Изборск очень любил Н.К. Рерих. Архитектурные памятники города присутствуют на его картинах «Гонец», «Идолы», «Дозор» (фото справа), «Тайник», «Волокут волоком» и на других полотнах

ЮБИЛЕЙНЫЙ ГОД

Масштабные работы по реставрации Изборской крепости были инициированы в 2010 г. в рамках подготовки к празднованию 1150-летия Изборска. На них было выделено 330 млн руб. Заказчиком выступило Министерство культуры РФ. Работы начала «Реставрационная мастерская № 1», дочерняя компания псковского филиала института «Спецпроектреставрация», а завершила петербургская компания «БалтСтрой».

Проект был реализован в несколько этапов. Первым этапом стали археологические изыскания 2011 года, которые позволили сделать ряд важных открытий и во многом перевернули представление о крепости. На основе этих изысканий был создан план реставрации/консервации крепости, разработана новая схема размещения объектов туристической инфраструктуры.

Крепость «законсервировали» в соответствии с изображениями на гравюрах XVIII–XIX веков

В 2012–2013 годах были проведены работы по восстановлению башен и стен самой Изборской крепости, а также церкви Сергия Радонежского, Церкви Николы с Городища, Никольского собора, Дома купца Белянина.

ФАНТАЗИИ ЗДЕСЬ НЕ МЕСТО

Еще с начала 2000-х годов экспертами обсуждались две стратегии восстановления Изборской крепости: консервация, то есть сохранение памятника архитектуры в дошедшем до нас виде и предотвращение его дальнейшего разрушения, и реставрация с воссозданием утраченных элементов — разрушенных башен и деревянных шатров, засыпанных рвов и так далее.

В ходе восстановительных работ 2011–2013 годов было решено придерживаться первой стратегии. Ведь крепость за свою 700-летнюю историю постоянно достраивалась и перестраивалась. Как определить, в каком виде более ценно сохранить ее для потомков — такой, какой крепость была построена изначально, или такой, какой она была в XVI веке, в период расцвета?

Крепость «законсервировали» в соответствии с изображениями на гравюрах XVIII–XIX веков. Деревянные шатры, прежде возвышавшиеся над стенами крепости, реконструировать не стали. По словам руководителя проекта архитектора-реставратора института «Спецпроектреставрация» Владимира Никитина, поскольку доподлинно неизвестно, как именно они выглядели, решение об их восстановлении будет уже даже не реставрацией, а фантазией.

И все же, хотя вмешательство в крепость Изборска было минимальным, новые открытия позволили внести значительные изменения не только в ее восприятие, но и обустройство.

Так, музейный квартал превратился в пешеходную зону. Транспорт больше не подъезжает вплотную к стенам, а останавливается на почтительном расстоянии. Изменилось место входа: теперь войти в крепость можно через Никольский захаб, перейдя ров через перекидной мостик. С площади у церкви убрали все торговые павильоны. Купить сувениры теперь можно прямо в коридоре захаба, который превратился в настоящую средневековую улицу.

ЗАЩИТА КРЕПОСТИ

По мнению экспертов, Изборская крепость, более 400 лет оборонявшая Псковскую землю, сейчас сама нуждается в защите, несмотря на проведенную реконструкцию. По словам Владимира Никитина, выполненные восстановительные работы по большей части касались только наземной части: фундамент был укреплен только в одном объекте архитектурного ансамбля — церкви Николы с Городища.

Между тем под под действием эрозии и грунтовых вод склон Жеравьей горы — особенно с северной стороны — постепенно осыпается, что служит причиной образования трещин в кладке фундамента. В ходе реставрации эти трещины были заделаны, однако сам склон по-прежнему нуждается в укреплении. ■

АВТОРЫ

Марк Сагофф
старший сотрудник Института философии и публичной политики университета Джорджа Мэйсона

Дмитрий Жиров
Научный сотрудник Геологический институт Кольского научного центра РАН

Вадим Рыбин
старший научный сотрудник Геологический институт Кольского научного центра РАН

Сергей Климов
ведущий инженер Геологический институт Кольского научного центра РАН

Галина Мелихова
Главный гидрогеолог ОАО Мурманская геологоразведочная экспедиция

Александр Завьялов
Инженер ОАО «Ковдорский ГОК»

Александр Косачёв
Журналист

Евгений Федоренко
гл. инженер ООО «МИАКОМ СПб», кандидат геолого-минералогических наук.,

Павел Гресков
генеральный директор ООО «ЭСТМ»

Михаил Морозов
Кандидат геолого-минералогических наук, доцент

Александр Кривцов
Генеральный директор журнала «Инженерная защита»

Андрей Лазарчук
Писатель

Иннокентий Андреев
Ответственный секретарь журнала «Инженерная защита»

Галина Бояркова
журналист

ФОТОГРАФИИ

© Shutterstock, Lori, А. Рудой, А. Старков, А. Кривцов, Geobrugg AG

АННОТАЦИИ

Взлёт и падение экологической экономики
The rise and fall of ecological economics

Аннотация
В статье рассматривается история направления «экологической экономики», возникшей в западной экономической мысли в начале 1980-х годов. Рассматриваются предпосылки и философские основания для формирования данной концепции, начиная от философии Герберта Спенсера и распространения методов математического моделирования в теоретической экологии после Второй мировой войны и заканчивая увеличением популярности неоклассической экономической традиции в конце 1980-х. Указывается на современный кризис течения экологической экономики по причине концептуальных изменений в смежных дисциплинах.

Abstract
This article reviews the history of ecological economics, which emerged in western economic thought in the beginning of 1980s. It describes philosophical background of ecological economics' conception and mathematical methods in theoretical ecology after WWII, starting from Herbert Spencer views up to the rise of neoclassical economics in 1980s. The article points out the current crisis of ecological economics due to conceptual shifts in allied subjects.

Проведение комплексного инженерно-геологического районирования для обоснования объектов и видов работ по закреплению/стабилизации уступов карьера
Realization of complex engineering-geological zoning for justification of objects and methods for strengthening and stabilization of open-pit mine slopes

Аннотация
На примере Ковдорского бадделеит-апатит-магнетитового месторождения рассмотрены результаты комплексного инженерно-геологического районирования на различных этапах развития рудника, а также обоснования комплекса мероприятий по обеспечению безопасности горных работ. Указывается на увеличение возможностей оценки и управления рисками за счет своевременного планирования и осуществления мероприятий по закреплению уступов карьера.

Abstract
By analyzing the case of Kovdor baddeleyite-apatite-magnetite deposits this article discusses the results of a complex engineering geological zoning aimed to increase the accuracy of forecasting the risks of instability of elements of an open pits structure during the different stages of mine development, as well as to provide a justification for a complex of actions to ensure safety of mining.

Наводнение на Алтае
Altay krai floods

Аннотация
В статье рассматривается опыт наводнения, произошедшего в Алтайском крае весной 2014 года. Дано описание общих гидрогеографических условий региона и истории крупных наводнений. Подробно рассматривается ход событий при наводнении, анализируется работа спасательных органов и метеорологической службы. Приводится ряд экспертных оценок возможного повторения наводнения в регионе.

Abstract
The article describes Altay krai flood which happened in spring 2014. It provides main hydrogeological aspects of region and region floods history. It also gives details of the course of events, analysis of rescue authorities' and meteorologists' work. Experts express their judgment on the possibility of new floods.

Расчеты осадки, устойчивости и стабильности земляного полотна с геосинтетическими материалами путем численного моделирования
An analysis for settlement and stability of embankments with geosynthetic reinforcement by finite element method calculations

Аннотация
Применяемые для расчетов земляного полотна методы имеют ряд ограничений, связанных, прежде всего, с разделением на предельные состояния. Инженерные расчеты позволяют получить осадку, основываясь только на учете деформаций сжатия грунтов, без учета горизонтальных перемещений, а расчеты устойчивости используют состояние предельного равновесия для оценки сооружения в допредельном состоянии. Современные программные геотехнические комплексы, основанные на МКЭ, позволяют выполнять совместные расчеты без разделений на предельные состояния. Это предоставляет проектировщику возможность оценить влияние геосинтетических армирующих прослоек как на устойчивость, так и на осадку, а также выполнять расчеты консолидации на одной расчетной схеме.

Abstract
This article describes geotechnical software based on finite element method calculations performed for two limiting conditions simultaneously provides a designer with an opportunity to evaluate the impact of geosynthetic reinforcement layers on stability and settlement of embankments, as well as an opportunity to make calculations of consolidation and also stability on one design scheme.

Грунтовые анкерные системы как элемент инженерной защиты склонов и конструкций
Ground anchor systems as an element of terrain and constructions protection

Аннотация
В статье рассматривается проблематика использования грунтовых анкерных систем для защиты склонов от эрозии и иных разрушительных природных процессов. Дается описание основных активных и пассивных причин разрушения склонов. Подробно рассматривается проблематика монтажа грунтовых анкерных систем.

Abstract
The article describes the use of ground anchor systems for slope protection from erosion process. Main reasons for slopes destruction are described. A detailed view of anchor systems installation is provided.

Сели и селезащита
Mudslides and mudslide protection

Аннотация
В статье рассматриваются вопросы борьбы с угрозой селевых потоков. Приведены обзорные данные по этому виду стихийных бедствий, дан обзор технических решений используемых при защите от селей. Рассмотрены конкретные примеры противоселевых сооружений в Швейцарии.

Abstract
The article examines mudslide problems. It gives an overview of this kind of natural disasters and technical solutions used for mudslide protection. It provides examples of mudslide protection constructions in Switzerland.

Защита Люцерна
Protection of the city of Lucerne

Аннотация
В статье рассматривается практика инженерной защиты от оползневой опасности на примере швейцарского города Люцерн, столице одноименного кантона. Дается краткая характеристика геологическим условиям Швейцарской Конфедерации. Описывается установка системы защиты от оползней на склоне холма Гючвальд.

Abstract
This article is about the practice of landslide protection in Swiss city of Lucerne. With short description of Swiss geology, it describes the installation of landslide protection system in Gütschwald hill.

Проект магистрали «Элегест-Кызыл-Курагино»
Railroad project «Elegest — Kyzyl — Kuragino»

Аннотация
В статье рассматривается проект постройки железнодорожной магистрали Элегест-Кызыл-Курагино, соединяющей богатую полезными ископаемыми Республику Тува с Транссибирской магистралью. Приводится справка по угольным месторождениям Республики Тува. Описывается история проекта и дается общая характеристика геологических особенностей маршрута трассы. Приводятся оценки возможных перспектив развития строящейся магистрали и роль решений инженерной защиты в обеспечении ее безопасности.

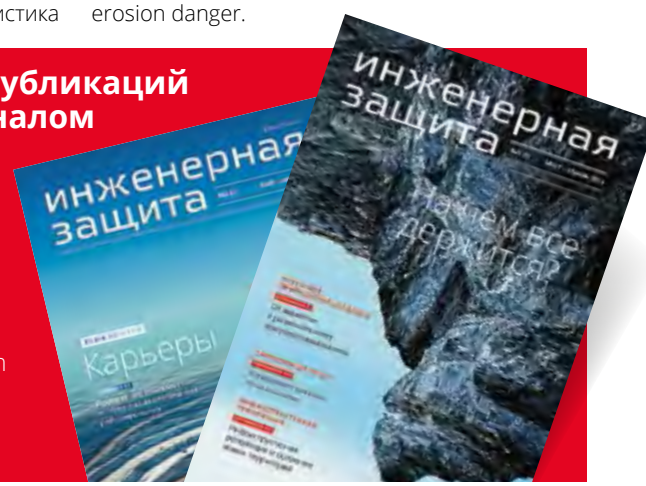
Abstract
The article describes new railroad «Elegest — Kyzyl — Kuragino» project aimed to connect resource-rich republic of Tuva with Trans-Siberian railway. It provides short analysis of coal resources of Tuva and describes «Elegest — Kyzyl — Kuragino» project history. It gives main geological aspects of the new railroad route as well as some estimations of probable expansion of the railway project. Article provides an assessment of the future role of territorial engineering solutions in the project.

Изборская крепость
Izborsk fortress

Аннотация
В статье рассказывается история Изборской крепости, памятника старинной русской архитектуры, расположенного в Псковской области. Дается описание работ по реставрации и консервации крепости в 2011–2013 годах. Приводятся экспертные оценки по ситуации в сфере инженерной защиты крепости от эрозионных процессов.

Abstract
This article describes the history of Izborsk fortress, an example of Old Russian architecture, located in Pksov region, Russian Federation. The article describes conservation and renovation which took place in 2011–2013. It includes experts' analysis of erosion danger.

По вопросам рекламы, публикаций и сотрудничества с журналом «Инженерная защита» обращайтесь по адресу:

190121, г. Санкт-Петербург,
Лермонтовский пр., 1/44 лит. «Б»
тел.+7 (921) 985-46-85
факс +7 (812) 714-35-20
e-mail: territory.engineering@gmail.com

www.territoryengineering.ru
www.инженернаязащита.рф