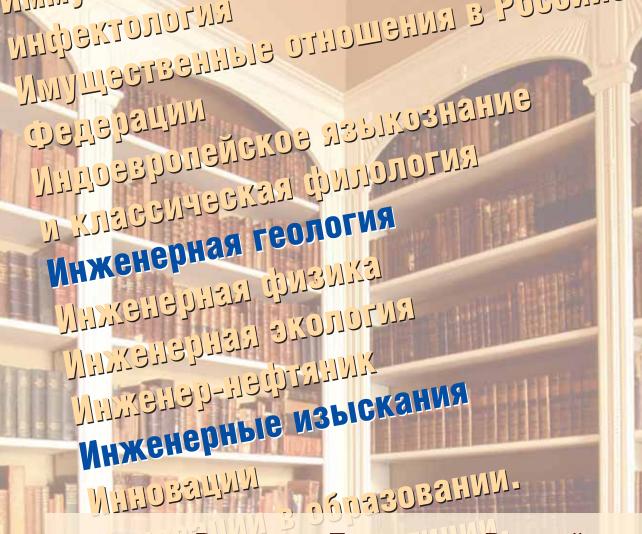
ISSN 1997-8650 NHXKEHEPHBIE N3BICKAH январь 1/2011

VI ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ: «ДЕЙСТВУЮЩАЯ СИСТЕМА САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ НЕЭФФЕКТИВНА»

Новые проблемы в техническом нормировании инженерных изысканий

Проблема оценки экологических рисков при проведении инженерных изысканий

Испытания грунтов методом динамического зондирования. Часть III



Решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года № 6/6 утверждена новая редакция Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий

В новый перечень включены журналы, выпускаемые редакцией ОАО «ПНИИИС»:

«Инженерные изыскания» «Инженерная геология» «ГеоРиск»

Приглашаем авторов к сотрудничеству. Научно-технические статьи публикуются в журналах бесплатно.

Milenning Bonly YC.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Богданов М.И. — главный редактор Генеральный директор ОАО «ПНИИИС», канд. геол.-минерал. наук

Бондарик Г.К.

Проф. каф. инж. геологии РГГРУ, д-р геол.-минерал. наук

Вознесенский Е.А.

Проф. каф. инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова, д-р геол.-минерал. наук

Дмитриев В.В.

Проф. каф. инж. геологии РГГРУ, д-р геол.-минерал. наук

Егорычев О.О.

Первый проректор МГСУ, д-р технических наук

Есюнин О.Л.

Генеральный директор «ВерхнекамТИСИз»

Кислов В.С.

Киолов В.С. Заместитель руководителя Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, д-р техн. наук

Коваленко В.Г.

Главный специалист департамента технологического планирования и подготовки ПСД ОАО «НК «Роснефть», д-р геол.-минерал. наук

Королев В.А.

Проф. каф. инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова, д-р геол.-минерал. наук

Малинников В.А.

Ректор МИИГАиК, д-р технических наук

Никитин С.Н.

Первый заместитель ген. директора ОАО «ПНИИИС»

Пендин В.В.

Декан гидрогеологического факультета РГГРУ, зав. кафедрой инженерной геологии РГГРУ, д-р геол.-минерал. наук

Потапов А.Д.

Зав. каф. инженерной геологии и геоэкологии МГСУ, д-р технических наук

Теличенко В.И.

Ректор МГСУ, д-р технических наук, академик РААСН

Трофимов В.Т.

Зав. каф. инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова, д-р геол.-минерал. наук

Яблонский Л.И. Директор ЦНИИГАиК, канд. технических наук

РЕДАКЦИЯ

105187, Москва, Окружной проезд, д. 18. Тел.: +7 (495)366-26-84, 366-20-95. Факс: +7 (495) 366-26-84. E-mail: geo@pniiis.ru

Ананко Виктор ответственный редактор info@geomark.ru

Аптикаева Галина литературный редактор

литературный редакто Войцицкая Лилия

руководитель сектора распространения и рекламы pr@geomark.ru

Широкова Анна, Никонов Кирилл, Шлюшенкова Екатерина, Калита Сергей сектор распространения и рекламы pr@geomark.ru

Комарова Евгения, Кашин Дмитрий менеджер по рекламе kamarova@geomark.ru, kashin@geomark.ru

Шатулин Александр художник

Редакция может не разделять точку зрения автора. За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Подписано в печать 04.02.2011. Тираж 1500 экз. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-34991 от 19 января 2009 г.

Подписной индекс ОАО Агентства «Роспечать» 71509 Отпечатано в типографии «Юнион Принт». 603022, г. Нижний Новгород, Окский съезд, 2 © ООО «Геомаркетинг» Цена свободная

СОБЫТИЯ И МНЕНИЯ

Аналитическая служба журнала Развитие инженерных изысканий в строительстве: итоги и перспективы4
ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И НОРМИРОВАНИЕ
Ларина Т.А. Новые проблемы в техническом нормировании инженерных изысканий в строительстве
Хачатурьян В.Х., Ильин В.В. Особенности организации изыскательских работ на объектах гражданского строительства в г. Москве в условиях саморегулирования14
Солодухин М.А. Кодирование полевой инженерно-геологической документации (в порядке обсуждения)
полевые методы
Болдырев Г.Г. Испытания грунтов методом динамического зондирования. Часть III22
ЭКОЛОГИЯ
Максимович Н.Г., Ворончихина Е.А., Пьянков С.В., Первова М.С., Шавнина Ю.Н. Оценка мощности и экологических характеристик донных отложений водохранилища с помощью геоинформационного моделирования32
Ланцова И.В., Коваленко Г.В. Проблема оценки экологических рисков при проведении инженерных изысканий
Ефремов А.Н., Голованова Е.В., Свириденко Б.Ф., Литау В.В., Лифляндский А.Э., Соловьев Н.Н. Комплексная экологическая оценка современного состояния биогеоценозов Имеретинской низменности (на примере объектов инженерной инфраструктуры)
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
Погорелов А.В., Бойко Е.С. Моделирование распределения снежного покрова на горных склонах по данным лазерного сканирования
Овсюченко Н.И. Опыт использования материалов дистанционного зондирования Земли в оценке сейсмической опасности
Цветков В.Я., Железняков В.А. Инкрементный подход к проектированию электронных карт
Гидрология
Лобанов В.А., Лобанова Е.В., Байков А.В., Бабкин А.В., Задорожный С.П., Молдован Н.В. Методы регионального моделирования в расчетах стока70
МИР ГЛАЗАМИ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ
Черкасов Ю.Б.
Путешествие в уважающую себя страну

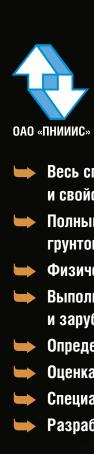


По вопросам подписки обращайтесь в редакцию. +7 (495) 366-26-84

FACTS AND OPINIONS

Analytical department
Development of engineering survey: results and perspectives4
TECHNICAL REGULATION
Larina T.A.
New problems in the technical regulation of engineering surveys in construction
Khachaturian V.Kh., Ilyin V.V.
Peculiarities of organizing survey works at Moscow civil engineering objects in the self-regulation conditions
Solodukhin M.A. Coding field engineering-geological documentation (in order of discussion)19
FIELD METHODS
Boldyrev G.G. Testing soils by penetration methods. Part III
ECOLOGY
Maximovich N.G., Voronchihina E.A., Pyankov S.V.,
Pervova M.S., Shavnina J.N.
Estimation of thickness and ecological characteristics of water-storage reservoir bottom sediments using geoinformation modeling
Lantsova I.V., Kovalenko G.V.
Ecological risks in engineering surveys
Efremov A.N., Golovanov E.V., Sviridenko B.F.,
Litau V.V., Lifliandsky A.E., Soloviev N.N.
Integrated ecological estimation of the state of the Imereti Lowland
biogeocenoses (by the example of the engineering infrastructure objects)44
GEODESICAL METHODS
Pogorelov A.V., Boyko E.S.
Modeling snow distribution on mountain slopes using laser scanning data52
Ovsiuchenko N.I.
Some experience in use of earth remote sensing
for seismic hazard estimation
Tsvetkov V.Ya., Zhelezniakov V.A.
The incremental approach to designing electronic maps
HYDROLOGY
Lobanov V.A., Lobanova E.V., Baykov A.V., Babkin A.V., Zadorozhny S.P., Moldovan N.V.
Regional modeling methods in runoff computations
WORLD THROUGH THE EYES OF SURVEYORS
Cherkasov Yu.B.
The travel to self-respect country
По вопросам подписки обращайтесь в редакцию. +7 (495) 366-26-84





Грунтовая лаборатория ОАО «ПНИИИС» с участием специалистов геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова



- Весь спектр определений состава, строения и свойств грунтов на самом современном оборудовании
- Полный комплекс физико-механических свойств грунтов в талом и мерзлом состоянии
- Физические, физико-химические и химические свойства грунтов
- Выполнение экспериментов по отечественным и зарубежным (ASTM, BS и др.) стандартам
- Определение динамических свойств грунтов
- Оценка разжижаемости грунтов и последствий разжижения
- **С**пециализация на решении нестандартных и сложных задач
- **Р**азработка специальных экспериментальных методик

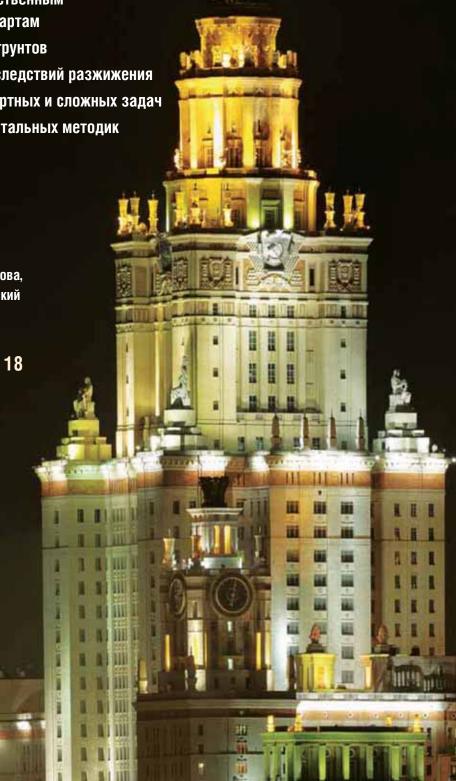
Научный руководитель лаборатории заместитель декана по науке геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессор, д-р геол.-минерал. наук Е.А. Вознесенский

Адрес:

105187, Москва, Окружной проезд, д. 18 Тел.: +7 (495) 366-3189

www.pniiis.ru

Принимаются заказы из всех регионов России





РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

DEVELOPMENT OF ENGINEERING SURVEY: RESULTS AND PERSPECTIVES

16-17 декабря 2010 года в Москве в Российской академии государственной службы при Президенте РФ прошла VI Общероссийская конференция изыскательских организаций «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», организованная ОАО «Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве» (ПНИИИС), CPO «Ассоциация Инженерные изыскания в строительстве» (АИИС) и Издательским центром ООО «Геомаркетинг». В конференции приняли участие более 700 человек, представлявших 347 организаций из 110 городов России, Белоруссии, Латвии, Китая, Узбекистана, Украины и Японии. На пленарном заседании 16 декабря с докладами выступили председатель Комитета по собственности Государственной Думы РФ В. Плескачевский, президент Координационного совета АИИС и генеральный директор ОАО «ПНИИИС» М. Богданов, вице-президент Координационного совета АИИС, ректор МИИГАиКа В. Малинников, вице-президент Национального объединения проектировщиков А. Воронцов, вице-президент Национального объединения изыскателей А. Лапидус и многие другие.







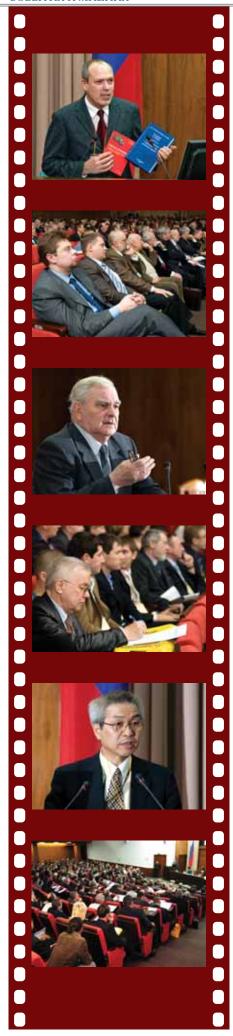
«Строительная отрасль в настоящее время находится в более сложной ситуации, чем до введения саморегулирования, которое фактически воспроизвело худшее, что было в лицензировании», — с таких слов начал свое выступление председатель Комитета по собственности Государственной Думы Виктор Плескачевский, который открывал пленарное заседание конференции. «По сути, в лице тех, кто решает, выдавать до-

пуски или нет, появился новый вид «общественных» чиновников, которые всегда хуже государственных», — отметил выступавший.

В. Плескачевский также обратил внимание собравшихся на то, что в общем законе о саморегулировании № 315-ФЗ от 01.12.2007 г. («О саморегулируемых организациях») есть серьезные отличия от норм Градостроительного кодекса, которые появились после









выхода Федерального закона № 148-ФЗ от 22.07.2008 г. («О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации»), поэтому задачей на ближайшее будущее является возврат к подходам общего закона.

Еще одной проблемой в сложившейся в строительстве системе саморегулирования, по мнению докладчика, является то, что прием в члены СРО часто является пустой формальностью: за допуск берутся деньги в виде взносов, в том числе в компенсационный фонд, но при этом очень мало СРО действительно ответственно проверяют своих будущих членов. Все это наряду с некоторыми другими факторами привело к тому, что в докладе Министерства экономического развития, опубликованном недавно, говорится, что саморегулирование в Российской Федерации состоялось как институт, но в отдельных отраслях (в частности, в строительной) из-за ведомственного или отраслевого лоббизма модель СРО была искажена, что создало возможности для злоупотреблений.

Продолжил тему вице-президент Национального объединения проектировщиков Алексей Воронцов, который в своем докладе заявил, что объединяться в саморегулируемые организации должны физические лица, носители знаний и идей, те, кто создает интеллектуальный продукт, то есть специалисты, а не организации, поскольку для заказчиков ценны сами профессионалы. Именно такая модель саморегулирования существует во всем мире.

Вице-президент НОП рассказал о ситуации, сложившейся в национальных объединениях, ключевые посты в которых занимают «менеджеры». Нацобъединения повторяют модель государственных органов, но при этом не несут должной ответственности за ненадлежащее качество выполненных работ, которая целиком возлагается на СРО и их членов.







По действующему Градостроительному кодексу основные функции национальных объединений – представительские и консультативные. В действительности нацобъединения пытаются «перетащить» на свой уровень задачи СРО – выработку стандартов и правил, вопросы повышения квалификации и аттестации. «Работники аппаратов умеют создавать государственные органы, но не хотят заниматься саморегулированием. Нельзя допустить, чтобы национальные объединения превратились в "общественные министерства"», — отметил А. Воронцов.

Выступавший также обратил внимание участников конференции на то, что финансировать обновление нормативно-технической базы предлагается сейчас самим профессионалам. По подсчетам в проектировании это будет стоить около 1,5 миллиарда рублей, что реализовать на практике невозможно.

Подробно о проблемах изыскательского сообщества в своем выступлении рассказал президент Координационного

совета НП «СРО "АИИС"» М. Богданов. По его словам, почти все, что происходило с регулированием отрасли в последнее время, наносило ей только вред: принимаемые законы интересам профессионального сообщества не отвечают, «Перечень видов работ...», разросшийся с 6 до 30, только увеличил ненужный документооборот, объем «откатов» при выборе подрядчиков для проведения изысканий доходит до 90% от общей стоимости работ. «Посредничество, коррупция, фальсификация результатов инженерных изысканий, отсутствие контроля, ошибки в ценообразовании — вот основные и связанные между собой проблемы рынка инженерных изысканий», — отметил М. Богданов.

Усугубляется ситуация, по его мнению, и тем, что национальные объединения в первую очередь лоббируют свои собственные интересы и интересы их руководства, в результате чего принимаемые документы откровенно усложняют жизнь строительного сообщества. Так, 2 августа 2010 года вступил в







РАБОТА КОНФЕРЕНЦИИ ПО СЕКЦИЯМ

Инженерно-геологические изыскания

Ведущие: генеральный директор ОАО «ПНИИИС» М. Богданов,

заместитель генерального директора ОАО «ПНИИИС» С. Козловский.

Заслушано 20 докладов.

Инженерно-экологические изыскания

Ведущий: начальник отдела инженерно-экологических изысканий ОАО «ПНИИИС» И. Ланцова.

Заслушано 14 докладов.

Инженерно-геодезические изыскания

Ведущий: главный специалист ОАО «ПНИИИС» В. Львов.

Заслушано 13 докладов.

Геофизические методы в инженерных изысканиях

Ведущие: первый заместитель генерального директора ОАО «ПНИИИС»

С. Никитин и главный научный сотрудник ИФЗ РАН В. Уломов.

Заслушано 18 докладов.

Инженерно-геологическое обеспечение строительства объектов в криолитозоне

Ведущая: заведующая отделом геокриологии и компьютерных технологий ОАО «ПНИИИС» И. Шаманова.

Заслушано 26 докладов.

Гидрогеологические исследования в составе

инженерно-геологических изысканий

Ведущий: генеральный директор ЗАО «ГИДЭК» Б. Боревский.

Заслушано 16 докладов.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания

Ведущий: доцент кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ им.

М.В. Ломоносова А. Алабян.

Заслушано 20 докладов.

Инженерно-геологические проблемы сохранения памятников культуры

Ведущий: профессор кафедры инженерной геологии РГГРУ им. С. Орджоникидзе Е. Пашкин.

Заслушано 10 докладов.

Завершилась конференция итоговой дискуссией, на которой руководители секций рассказали о проделанной работе и было принято решение конференции.

силу закон № 240-ФЗ, который в первой редакции должен был превратить национальные объединения в новые «министерства» с контрольными функциями, с правами государственных органов, но без должной ответственности. Огромных усилий стоило добиться того, чтобы в окончательной редакции закон не отдал отрасль на откуп «общественным» чиновникам.

В конце доклада М. Богданов призвал переходить от регулирования предпринимательской деятельности к профессиональной и выразил мнение, что в коллегиальных органах управления СРО и национальных объединений должны участвовать только специалисты с профильным образованием и опытом работы по специальности.

В завершение пленарного заседания состоялось торжественное вручение свидетельств «Почетного изыскателя» ведущему геодезисту ОАО «Сибирский проектно-конструкторский научно-исследовательский институт авиационной промышленности» (г. Новосибирск) Ю.Ф. Зенкову, сотруднику АО «Арктическая изыскательская компания» (г. Санкт-Петербург) и географического

факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, почетному работнику МГУ А.Л. Богомолову, главному специалисту ООО «Центрогипроруда» А.И. Дученко (г. Белгород), ведущему инженеру-проектировщику ОАО «ГИПРОСВЯЗЬ» (г. Москва) Н.К. Смолюку и главному специалисту топографических изысканий «Томгипротранса» (г. Томск) С.И. Тарасевичу.

Первый день работы закончился торжественным приемом в честь участников и гостей конференции.

Одновременно с конференцией проводилась специализированная выставка оборудования и программного обеспечения для инженерных изысканий, в которой приняли участие 16 компаний из Москвы, Екатеринбурга, Краснодара и Пензы, а также редакции журналов «Инженерные изыскания», «Инженерная геология», «Геориск», «Геотехника», «Геопрофи», «ПГС» и ООО «Издательство КДУ».

Во второй день конференции работа велась по нескольким секциям, на которых в общей сложности прозвучало более 100 докладов (см. *Работа конференции по секциям*). •



Решение

VI Общероссийской конференции «Перспективы развития инженерных изысканий в Российской Федерации», 16–17 декабря 2010 г., Москва

Участники конференции (719 человек, представляющих 347 организаций из 110 городов Российской Федерации, Белоруссии, Латвии, Китая, Узбекистана, Украины, Японии) отмечают, что состояние государственного регулирования и саморегулирования отрасли инженерных изысканий в строительстве вызывает сильную обеспокоенность. Принимаемые на законодательном уровне решения, связанные со строительной отраслью, отличаются явной некомпетентностью. Неэффективная система федерального лицензирования в строительстве была заменена такой же неэффективной системой «саморегулирования». Допуски саморегулируемых организаций продаются так же, как ранее продавались федеральные лицензии, но при этом возросла административная и финансовая нагрузка на участников рынка. С использованием терминологии саморегулирования создана система, которая не является саморегулированием профессионалов и предоставляет возможность создавать саморегулируемые организации, как, по сути, частные бизнес-проекты. Преждевременно начато создание системы национальных объединений саморегулируемых организаций, предусматривающих обязательное членство в них СРО. Это привело к расколу среди изыскателей, проектировщиков, строителей.

Участники конференции считают, что необходимо, не отказываясь от перехода к саморегулированию как направления реформы в отрасли, внести ряд поправок в существующее законодательство:

- **1.** Необходим переход от регулирования предпринимательской к регулированию профессиональной деятельности, создание единого реестра специалистов в области инженерных изысканий с выдачей соответствующего сертификата.
- **2.** Необходимо рассмотреть целесообразность увеличения минимального количества членов, позволяющего получить статус саморегулируемой организации.
- **3.** Необходимо законодательно утвердить процедурные вопросы, имеющие большое значение для реального развития саморегулирования в отрасли:
 - допускать к участию в коллегиальных органах управления СРО и НОИЗ только лиц, имеющих профильное образование и опыт работы;
 - запретить участие в коллегиальных органах управления СРО и НОИЗ сотрудников исполнительных органов СРО;
 - увеличить минимальное количество членов органов коллегиального управления в СРО до 7;
 - выдавать доверенности для участия в общих собраниях СРО и съездах национального объединения только лицам с профильным образованием и опытом работы;
 - запретить участие по доверенности в заседаниях коллегиального органа управления СРО или в совете национального объединения;
 - отменить аттестации как обязательную часть повышения квалификации изыскателей;
 - разрешить заочное проведение съездов.
- **4.** Поддержать существование в Российской Федерации нескольких объединений СРО со статусом национального объединения (критерий не менее 30% всех СРО данного вида или 30% юридических лиц и предпринимателей, выполняющих работы данного вида).
- **5.** Необходимо пересматривать нормативную базу отрасли с участием всего профессионального сообщества изыскателей.
- **6.** Важнейшей частью работы государства и изыскателей должна стать организация контроля качества выполняемых инженерных изысканий.
- **7.** Необходимо решить проблему отсутствия единого порядка ведения фондов материалов инженерных изысканий и доступа к ним.
- **8.** Важной проблемой отрасли инженерных изысканий является ценообразование, необходимо обновление справочников базовых цен и приведение инфляционного индекса к уровню, реально отражающему стоимость инженерных изысканий.
- **9.** Важнейшей частью работы должно стать взаимодействие изыскательского сообщества и Минрегиона РФ, Государственной Думы РФ.

Участники конференции считают необходимым данное решение конференции направить в органы государственной законодательной и исполнительной власти Российской Федерации, саморегулируемые организации изыскателей.

ЛАРИНА Т.А.

Зав. кафедрой инженерных изысканий в строительстве Государственной академии повышения квалификации и переподготовки кадров для строительства и жилищнокоммунального комплекса России, irina@akdgs.ru

LARINA T.A.

The head of the «Engineering survey in construction» department of the State Academy of Training and Retraining of the Personnel for the Construction and Housing-and-Communal Complex of Russia, irina@akdgs.ru



НОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

NEW PROBLEMS IN THE TECHNICAL REGULATION OF ENGINEERING SURVEYS IN CONSTRUCTION

Ключевые слова: техническое нормирование; техническое регулирование; своды правил; стандарты; национальные стандарты; технический регламент; обязательное применение; добровольное применение; альтернативное применение; перечень; европейские нормы; российские нормы; гармонизация; адаптация; сближение.

Аннотация: статья представляет собой краткий обзор современных проблем в области технического нормирования в строительной отрасли, в том числе в инженерных изысканиях.

Key words: technical standardization; technical regulation; sets of rules; codes of practice; standards; national standards; technical regulations; obligatory use; voluntary use; alternative use; list; European standards; Russian standards; harmonization; adaptation; convergence.

Abstract: the article presents a brief overview of modern problems in the field of technical standardization in the construction including engineering surveys.

Ранее действовавшая система технического нормирования инженерных изысканий в строительстве включала довольно значительное количество документов федерального, отраслевого и регионального уровней. В соответствии со СНиП 10-01-94 [1] к федеральному уровню были отнесены СНиПы, своды правил, государственные стандарты РФ, руководящие документы системы регулирования. Часть отраслевых документов утверждалась федевания системы документов утверждалась федевания системы утверждалась федевания системы регулирования.

ральными министерствами (Минтрансстроем, Минэнерго и др.), а часть — госкорпорациями и другими ведомствами. Ведомственные и территориальные нормы разрабатывались в увязке с федеральными документами. Все это было одним хорошо отлаженным регулирующим механизмом.

Мы все хорошо знаем, что научнотехнические революции, сопровождающиеся появлением абсолютно новых технологий, технических средств и пр., к сожалению, происходили у нас не так часто, как хотелось бы, — поэтому нельзя сказать, что все нормативные документы безнадежно устарели, хотя многие из них и требуют обновления. После 27 декабря 2002 года мы попали в условия «нормативной революции» в связи с утверждением Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [2], вступившего в силу 1 июля 2003 года. Этот закон отменил обязательность техниче-



ских норм, ввел новое понятие — технический регламент.

До 1 июля 2010 года действовали федеральные нормы относительно обеспечения безопасности жизни людей, сохранности государственного или муниципального имущества и имущества физических и юридических лиц, охраны окружающей среды, предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей. Это было благоприятное время, чтобы вновь создать систему технического нормирования в строительстве, не потеряв неоценимый багаж существовавшей ранее системы, поскольку в самом Федеральном законе № 184-ФЗ строительство упоминалось лишь единожды (в статье 8) — относительно эксплуатации зданий и сооружений, что предполагало обеспечение их безопасности (и это не вызывало большого удивления, так как данный закон был направлен на обращение готовой продукции). Представители строительной общественности пытались это сделать. Все рьяно взялись за бурное обсуждение и разработку системы технических регламентов в строительной деятельности с учетом ее видов — инженерных изысканий, проектирования, строительно-монтажных работ (СМР), промышленности строительных материалов (стройиндустрии). Но это все осталось нереализованной мечтой, так как департамент технического регулирования и метрологии Минпромэнерго зафиксировал в своих документах только два технических регламента — «Безопасность эксплуатации зданий» и «Безопасность строительных материалов» — и этим закрыл вопрос технического регулирования в строительстве.

Прошло четыре года в попытках доказать, что безопасность зданий и сооружений должна в равной степени обеспечиваться изысканиями, проектированием, СМР и стройиндустрией и поддерживаться требованиями к эксплуатации зданий и сооружений, установленными проектной документацией. И вот результат: 1 мая 2007 года был утвержден Федеральный закон № 65-ФЗ о внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании» [3], в который в том числе были введены виды строительной деятельности, а также была исключена статья 8 и пр. Но при этом остался тезис о добровольности применения стандартов и сводов правил и обязательности только требований технического регламента.

После еще двух лет борьбы 30 декабря 2009 года Федеральным законом № 384-ФЗ был принят «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [4], который является единственным обязательным для всех документом для обеспечения безопасности продукции, в том числе зданий и сооружений. Но он не содержит ни одного допуска, ни одной цифры, ни одной формулы и ни одной ссылки на технические нормы. Более того, в нем вообще не упомянуты линейные объекты.

На последнем этапе рассмотрения технического регламента руководство Национального объединения строителей все-таки добилось внесения в статью 6 части 1 этого документа положений о создании перечня обязательных для применения национальных стандартов и сводов правил. Этот перечень был принят Правительством РФ 21 июня 2010 года (распоряжением 1047-р). В него вошли 83 СНиПа и 8 ГОСТов.

Остальные нормативные документы были включены Росстандартом в «Перечень документов в области стандар-



тизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"», который был утвержден приказом от 1 июня 2010 года № 2079. Этот перечень включает 123 ГОСТа, хотя и это составляет лишь небольшую часть от имеющихся.

Таким образом, на сегодня мы имеем «пустой» технический регламент и к нему два перечня. По сути, имевшуюся единую систему технических норм и государственных стандартов разрубили на две части — «обязательную» и «добровольную». По поводу добровольности в статье 6 Закона № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 года указывается: «Правительство Российской Федерации утверждает перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований настоящего Федерального закона... В перечень... могут включаться национальные стандарты и своды правил, содержащие различные требования... При этом в указанном перечне... должно содержаться указание о возможности соблюдения таких требований, подходов на альтернативной основе. В этом случае застройщик (заказчик) вправе самостоятельно определить, в соответствии с каким из указанных требований, подходов будет осуществляться проектирование (включая инженерные изыскания), строительство, реконструкция, капитальный ремонт и снос (демонтаж) здания или сооружения». Вот только неясно, где альтернатива. Ведь «обязательный» перечень на то и является обязательным, чтобы его соблюдать. А своды правил по инженерным изысканиям вообще не попали ни в один перечень, хотя они содержат много полезной для работы информации.

Хотелось бы надеяться, что удастся убедить руководство Минрегиона пересмотреть свою позицию в отношении сводов правил. В противном случае их можно будет взять за основу при разработке стандартов СРО.

Из всех имеющихся у нас сводов правил наиболее схематичен документ СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания». Относительно его актуализации большие надежды возлагаются на высокий профессионализм руководителя рабочей группы «Инже-

нерно-экологические изыскания» АИИС и начальника отдела инженерно-экологических изысканий ОАО «ПНИИИС» И.Ланцовой. Необходима хорошая организация этой работы — надо подобрать группу разработчиков и экспертов, чтобы на регистрацию в Техническом комитете по стандартизации документ попал уже практически доработанным.

По подходу к техническому регулированию автору настоящей статьи больше всего нравится позиция заместителя сопредседателя Комитета по экологической, промышленной и технологической безопасности РСПП Е.Брагина — вывести из области технического регулирования строительную деятельность (инженерные изыскания, проектирование, строительномонтажные работы и стройиндустрию) и все это перевести в Градостроительный кодекс Российской Федерации, по которому у органов федеральной исполнительной власти есть специальная функция технического регулирования градостроительной деятельности. Такой поворот позволил бы не заменять технические нормы правовыми.

Отдельного рассмотрения заслуживает вопрос сближения отечественных технических норм с европейскими. Рассуждать на тему «быть или не быть» здесь следует только после полноценного перевода последних на русский язык и большой аналитической работы по оценке возможности применения евронорм в России или их адаптации к нашим нормам — по примеру стран Евросоюза. Представители ЕС из Бельгии, Германии и Франции рассказали автору, что у них в строительстве используется от 25 до 35% от европейских норм (EN), которые к тому же адаптированы к условиям каждой страны. Прямого применения норм Евросоюза нет практически ни в одной из его 27 стран. Близкое к прямому применение они называют гармонизацией. В России же начали проводить не гармонизацию, а сближение норм. Это очень большая и трудоемкая работа, которую сегодня в РФ активно ведут Национальное объединение строителей и

Технический комитет по стандартизации в строительстве — ТК 465. Имеется программа взаимодействия, которая все же называется «Программой по гармонизации российской и европейской систем нормативных документов в строительстве». Она начала работать летом 2010 года и рассчитана до декабря 2014 года. С ней можно ознакомиться у руководителя нормативного отдела АИИС И. Кривенцовой.

После анализа европейских норм можно было бы приступать к актуализации СНиП 11-02-96 и ГОСТ 25100-95. К сожалению, на это было отпущено очень мало времени: ГОСТ 25100-95 в первой редакции должен был быть готов к декабрю 2010 года, а СНиП 11-02-96 — во втором полугодии 2011 года. И работа предстоит очень большая.

Нас обязывают «гармонизировать» документы с европейскими нормами, в которых отсутствуют стандарты по геодезии и гидрометеорологии (эти работы страны ЕС выполняют по своим внутренним стандартам). В Евросоюзе также отсутствует сметное нормирование. Если даже адаптировать наши нормы по геологии и экологии к европейским, а стандарты по остальным видам изысканий оставить в российском варианте, то нас ожидает «нормативная солянка».

Из 27 стран ЕС ни одна не использует европейские экологические нормы (пользуются своими), хотя Евросоюз и принял здесь за основу экологические допуски Голландии (с ними можно ознакомиться в справочном приложении к СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания»). Отдел инженерно-экологических изысканий ОАО «ПНИИИС» сейчас занимается их актуализацией. Возможно, этот доработанный свод правил придется использовать для обновления одноименного раздела СНиП 11-02-96. Следует отметить, что первое обсуждение данного вопроса с представителями организаций — членов АИИС прошло очень продуктивно. Остается пожелать нам всем успеха в этой нелегкой работе. 🗞

Список литературы

- 1. СНиП 10-01-94. Система нормативных документов в строительстве. Основные положения. М.: Минстрой России, 1994.
- 2. Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании». М.: ГД ФС РФ, 2002.
- 3. Федеральный закон от 01.05.2007 г. № 65-Ф3 «О внесении изменений в Федеральный закон "О техническом регулировании"». М.: ГД ФС РФ, 2007.
- 4. Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». М.: ГД ФС РФ, 2009.



Trimble R5, R7





Технология Trimble R-Track с полной поддержкой GNSS

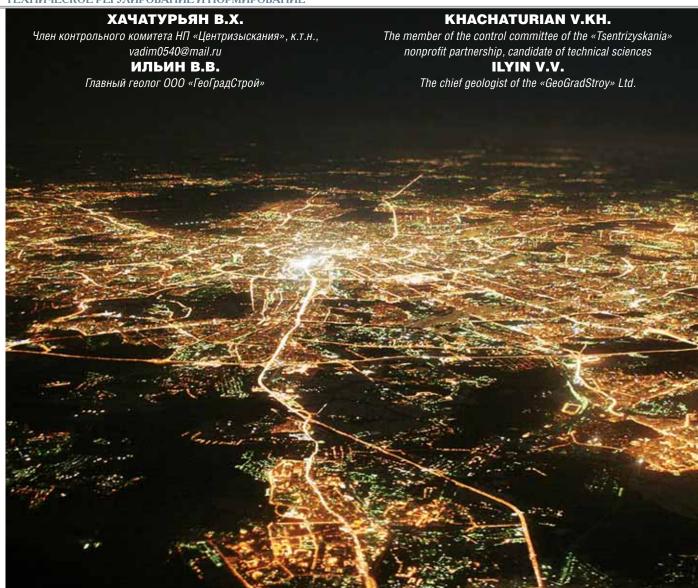
Гибкие конфигурации для удобства управления

Поддержка технологии комбинированной съемки Trimble Integrated Surveying

Модульная система с внешней антенной для максимальной универсальности

Передовая приемная технология в сочетании с испытанной конструкцией системы





ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В г. МОСКВЕ В УСЛОВИЯХ САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ

PECULIARITIES OF ORGANIZING SURVEY WORKS AT MOSCOW CIVIL ENGINEERING OBJECTS IN THE SELF-REGULATION CONDITIONS

Ключевые слова: нормативно-правовое обеспечение; саморегулирование; система менеджмента качества; законодательство; качество изыскательских работ; сфера инженерных изысканий; терминология; достоверность результатов изысканий; проектирование объектов гражданского строительства; оценка геологического риска; опасные и уникальные объекты.

Аннотация: в статье рассматриваются особенности организации изыскательских работ в новых нормативно-правовых условиях, обусловленных процессами саморегулирования. Анализируется нормативноправовая ситуация в сфере инженерных изысканий за последние несколько лет, выявляются последствия вступления в силу законодательных актов, исполнение которых существенно влияет на качество инженерных изысканий. За основу принимается процессный подход, позволяющий с точки зрения системы менеджмента качества рассмотреть комплекс вопросов системной организации изыскательских работ. Рассматриваются примеры оценки геологического риска на объектах гражданского строительства в г. Москве с позиций нормативных правовых актов саморегулирования.

Key words: regulatory support; self-regulation; the quality management system; legislation; survey works quality; engineering survey field; terminology; survey results reliability; designing civil engineering objects; geological risk estimation; dangerous and unique objects.

Abstract: the article deals with peculiarities of organizing survey works in the new regulatory conditions, determined by the self-regulation processes. The regulatory situation in the engineering survey field in the last few years is analyzed, the consequences of entrying into force the legislative acts that substantially influence on the engineering survey quality are revealed. The process approach making it possible to consider the complex of questions of system organization of the survey works in terms of the quality management system is assumed as a basis. Some examples of estimating geological risk at some Moscow civil engineering objects from the positions of the normative legal acts of self-regulation are considered.



Введение

В 90-х годах XX века организация и выполнение инженерных изысканий во всех регионах Российской Федерации, включая г. Москву, осуществлялись на основе существовавшей в то время нормативно-правовой базы. Правовые вопросы инженерных изысканий были установлены соответствующими нормативными правовыми актами, и прежде всего Градостроительным кодексом [33], а также общими положениями СНиП 11-02-96 [27]. Технические требования к отдельным видам инженерных изысканий регламентировались ГОСТами, сводами правил, территориальными и ведомственными строительными нормами и другими документами [2, 3, 5, 6, 8, 14, 28–31].

Принципиальное изменение ситуации в строительной деятельности, в том числе в сфере инженерно-строительных изысканий, произошло в 2003 году в связи с выходом Федерального закона «О техническом регулировании» [33], в соответствии с которым были установлены принципы технического регулирования данного вида деятельности и отменялась обязательность действующих нормативов, в том числе по инженерным изысканиям. В результате появления ряда нормативных правовых актов при развитии этого закона [16-26, 34-36, 38, 39-43] сформировалась система саморегулирования, которая вступила в силу с 1 января 2010 года.

Сегодня каждая изыскательская организация является членом той или иной саморегулируемой организации (СРО). И при выполнении изыскательских работ необходимо руководствоваться не только требованиями новых нормативных документов, установленными правительством и ведомствами РФ, но и стандартами и правилами СРО. Таким образом, взаимоотношения организатора изыскательских работ с участниками инвестиционно-строительного процесса существенно изменились и стали более сложными и многообразными, в силу чего этот вопрос требует специального обсуждения.

Современная нормативно-правовая ситуация в сфере инженерных изысканий

За последние несколько лет в сфере инженерных изысканий сформировалась сложнейшая и противоречивая обстановка, создающая реальные проблемы для изыскателей, обусловливающие существенное снижение качества изыскательских работ. Одна из главных при-

чин этого — несовершенная и постоянно меняющаяся нормативно-правовая база, на основе которой осуществляется изыскательская деятельность. Основные факторы, определившие современную нормативно-правовую ситуацию, представлены на рис. 1.

Из сложившейся нормативно-правовой ситуации можно сделать следующие выводы.

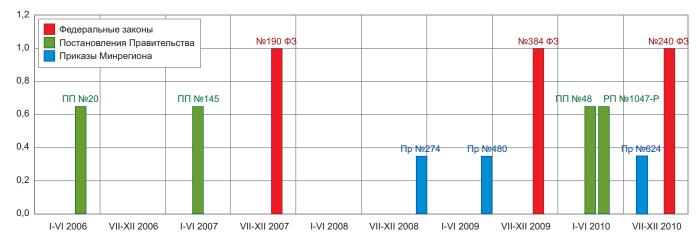
За последние три года введено в действие более десятка нормативных правовых актов, касающихся сферы инженерных изысканий (на рис. 1 показаны лишь основные), включающих федеральные законы, постановления Правительства РФ, приказы Минрегиона России и других ведомств. Это вызвало (наряду с некоторыми положительными результатами, такими как появление возможности у субъектов РФ разрабатывать порядок выполнения инженерных изысканий с учетом специфики природных и техногенных условий; отмена двойного лицензирования на геодезические изыскания и функций генерального подрядчика-изыскателя) целый ряд отрицательных последствий для сферы инженерных изысканий:

- многократное изменение перечня видов изысканий привело к нестабильности изыскательской деятельности и к «неуверенности в завтрашнем дне»;
- несмотря на то что Правительство РФ установило обязательные части ГОСТов и сводов правил в сфере изысканий, до сих пор нет четких норм как на организацию инженерных изысканий, так и на производство их отдельных видов;
- отсутствие четкой терминологии, трактовки ряда понятий, фигурирующих в нормативных правовых актах (таких как «результаты изысканий», «достоверность результатов изысканий» и др.), приводит к противоречиям между исполнителем работ и экспертом;
- отсутствие порядка контроля качества изыскательских работ способствует возможности подменять полевые работы использованием фондовых материалов, что ведет к фальсификации данных, полученных без проведения полевых и лабораторных работ, и провоцирует установление демпинговых цен при проведении тендеров;
- исключение из сферы изыскательской деятельности обследования строительных конструкций неизбежно ведет к ошибочным результатам в исследованиях (так как изучается лишь

- природная составляющая единого техноприродного объекта) и к необходимости вступления в проектные саморегулируемые организации;
- введение минимальных требований к допускам на изыскания для проектирования опасных и уникальных объектов приводит к значительному формальному увеличению (в 5–7 раз) количества специалистов и работников для получения свидетельства о допуске, что не имеет никакого практического смысла.

Для иллюстрации последнего тезиса авторы (в ООО «Геокон» под руководством В.В. Ильина) сопоставили подходы к проведению инженерных изысканий (инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-геотехнических, инженерно-экологических и обследований состояния грунтов оснований зданий), выполненных в 2006-2008 годах для проектирования комплексов зданий в Северо-Восточном и Западном административных округах г. Москвы (рис. 2). Работы выполнялись на основании требований, изложенных в федеральных нормативных документах, указанных выше, и в нормативных и методических документах для выполнения проектно-изыскательских работ в г. Москве [1, 4, 9, 9-13, 15]. Инженерно-геологические условия объектов были идентичны по наличию аналогичных опасных инженерно-геологических процессов (карста, суффозии, эрозии, подтопления территории и др.). В связи с этим, учитывая достаточно близкие конструктивные параметры проектируемых объектов, комплексы изыскательских работ, необходимых для оценки геологического, социального и экономического риска, были практически одинаковыми.

Если бы исполнители выполняли эти работы, ориентируясь на современное законодательство [24, 34, 36], то для получения допуска на работы на объекте в Юрловском проезде в Северо-Восточном административном округе им было бы достаточно иметь в штате не более 3-5 специалистов с соответствующим профильным образованием и стажем работы более 3 лет, поскольку заглубление фундамента этого 17-этажного здания составляет менее 10 м, в силу чего оно относится к объектам с нормальным уровнем ответственности. А многофункциональный комплекс зданий «Сетунь-Хиллс» в Западном административном округе с заглублением фундамента 13 м относится к уникальным объектам повышенного уровня ответственности. И в этом случае для практически таких же



- 1. Разрешено субъектам РФ разрабатывать и утверждать Порядки инженерных изысканий (ПП №20)
- 2. Экспертиза выявляет соответствие результатов изысканий, которые в соответствии с техническими регламентами должны быть достоверными (ПП №145, №384 ФЗ)
- 3. Выдача допусков Саморегулируемой организацией по 6-ти видам изысканий, обследования природно-технических систем (грунты вместе со строительными конструкциями) (№190 Ф3, Пр №274)
- 4. Исключение понятия «строительные конструкции». Введение понятия «генеральный подрядчик на изыскания» (Пр № 480)
- 5. Введение вместо 6-ти видов изысканий 30-ти видов изыскательских работ (Пр №624)
- 6. Введение жесточайших требований к допускам на изыскания для опасных объектов (ПП №48)
- 7. Установлены обязательные части национальных стандартов и сводов правил (РП №1047-Р)
- 8. Устранение понятия «Генеральный подрядчик на изыскания», двойного лицензирования на геодезические изыскания, наделение СРО полномочиями по контролю качества изысканий, выполняемых членами СРО (№240 Ф3)

Рис. 1. Основные факторы, определившие нормативно-правовую ситуацию в сфере инженерных изысканий (в условных единицах)

объема и состава работ для получения допуска пришлось бы иметь 2 руководителей, 8 специалистов и 7 полевых работников с высшим профильным образованием и стажем не менее 5 лет, а также 10 квалифицированных рабочих, то есть всего 27 человек. Это само по себе абсурдно, но, пока действуют указанные нормативные правовые акты, эти условия приходится соблюдать.

Организация изыскательской деятельности в условиях саморегулирования

Важнейшими требованиями СРО изыскателей, необходимыми для получения свидетельства о допуске на виды

изыскательских работ, являются: наличие системы контроля качества этих работ для объектов повышенного уровня ответственности; внесение средств в компенсационный фонд; страхование гражданской ответственности, которая может наступить в случае причинения вреда вследствие недостатков работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства [42, 43].

Из этих требований вытекает следующее обстоятельство. В соответствии с международной системой менеджмента качества ISO 9001:2008 [3] изыскательскую деятельность наиболее целесообразно рассматривать на основе систем-

ного процессного подхода, включающего не только сам процесс производства изысканий, изучения природно-технических систем [1, 2, 44-46] и опасных инженерно-геологических процессов, но и весь период жизненного цикла изыскательской деятельности, в том числе анализ исходных данных, проведение внутренней и внешней экспертизы, взаимоотношения с саморегулируемой организацией, страховыми компаниями и т.д. С этих позиций системное представление изыскательской деятельности изображено на рис. 3. Основные процессы включают нормативно-правовое обеспечение инженерных изысканий, маркетинг, само производство изысканий,

	ОБЪЕКТЫ					
ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ	Проект строительства жилого комплекса (СВАО, Юрловский пр-д)	Проект строительства многофункционального комплекса «Сетунь-Хиллс» (ЗАО)				
	Общие сведения об опасных инх	кенерно-геологических процессах				
Литология	Суглинки, супеси, пески	Суглинки, пески с прослоями глины				
Опасные инженерно- карст, суффозия, эрозия, подтопление территории; карст, суффозия, эрозия, подтопление территории; развитие слабых грунтов; оползневые явления.		Карст, суффозия, эрозия, подтопление территории; оползневые явления.				
Виды работ	Работы в составе 5 видов изысканий (инженерногеодезических, инженерно-геологических, инженерногеотехнических, инженерно-экологических изысканий и обследований состояния грунтов оснований зданий), моделирование опасных ИГП, оценка геологического, социального риска.	Работы в составе 5 видов изысканий (инженерно- геодезических, инженерно-геологических, инженерно- геотехнических, инженерно-экологических изысканий и обследований состояния грунтов оснований зданий), моделирование опасных ИГП, оценка геологического, социального риска.				
	Характеристика объектов в соответствии с законодательством (Градостроительный кодекс, Технический регламент, ПП №48 и др.)					
Уровень ответственности	Нормальный уровень ответственности (заложение фундамента 8 м)	Повышенный уровень ответственности (заложение фундамента 13 м) (уникальный объект)				
Минимальные требования к допуску	3-5 работников с высшим профильным образованием и стажем работы не менее 3 лет	2 руководителя, 8 специалистов, 7 полевых работников с высшим образованием и стажем не менее 5 лет, 10 рабочих ВСЕГО 27 сотрудников				

Рис. 2. Сопоставление результатов оценки геологического риска при проведении инженерных изысканий по двум объектам в Северо-Восточном и Западном административных округах г. Москвы



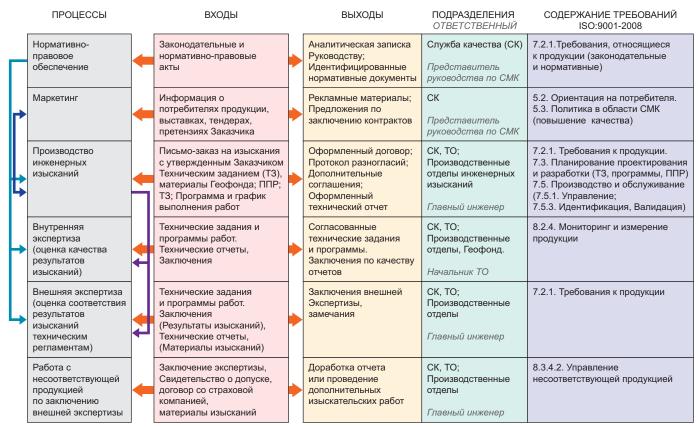
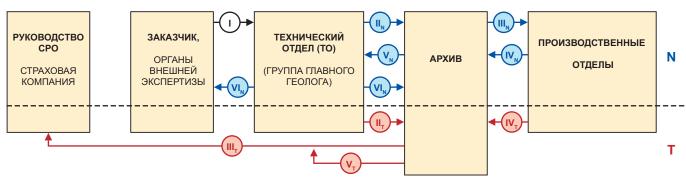


Рис. 3. Основные процессы, характеризующие изыскательскую деятельность с позиций СМК и саморегулирования

внутреннюю и внешнюю экспертизу их результатов, а также доработку отчета по замечаниям внешней экспертизы или проведение дополнительных работ с соответствующими «входами», «выходами», наличием соответствующих подразделений и ответственных за реализацию поставленных задач.

Наиболее ответственный этап изыскательской деятельности — получение результатов внешней государственной (или негосударственной) экспертизы. При этом замечания могут быть двух типов (рис. 4): (1) N — когда не требуется проведения дополнительных полевых и лабораторных работ, а нужна лишь доработка отчета (камеральные работы); (2) T — когда из-за допущенных при выполнении изысканий грубых ошибок, в результате которых могут быть приняты необоснованные проектные решения, что в итоге может привести к строитель-

ству объектов, не обеспечивающих безопасность окружающей среды и населения, необходимо проведение дополнительных полевых и лабораторных работ. Во втором случае потребуются большие человеческие и технические ресурсы и финансовые затраты, в связи с чем можно использовать эту ситуацию как страховой случай и обратиться в саморегулируемую организацию и страховую компанию. 🗞



I. Получение TO от заказчика (органов экспертизы) заключения с замечаниями на результаты изысканий.

Выявление в ТО класса («N» или «Т») несоответствующей продукции и передача заключения в АРХИВ для регистрации:

Рис. 4. Схема анализа данных мониторинга процессов инженерных изысканий по данным внешней экспертизы

II_№. Не требуются дополнительные полевые и лабораторные работы. II_№. Требуются дополнительные полевые и лабораторные работы. III_№. Регистрация в АРХИВЕ заключения класса « N»и передача документов в производственные отделы для доработки отчета.

 $[\]mathsf{IV}_{\mathsf{N}}$. Передача производственными отделами в Архив доработанного отчета.

Регистрация полученных документов и передача их в ТО.

VI. Передача подписанных руководством организации документов (соответствующей продукции) заказчику и копии в Архив для регистрации.

III., Регистрация в Архиве заключения класса «Т» и передача документов ТО, с последующей передачей руководству организации,

а затем руководству СРО и страховой компании для получения страховой суммы и компенсационного фонда на проведение дополнительных изысканий.

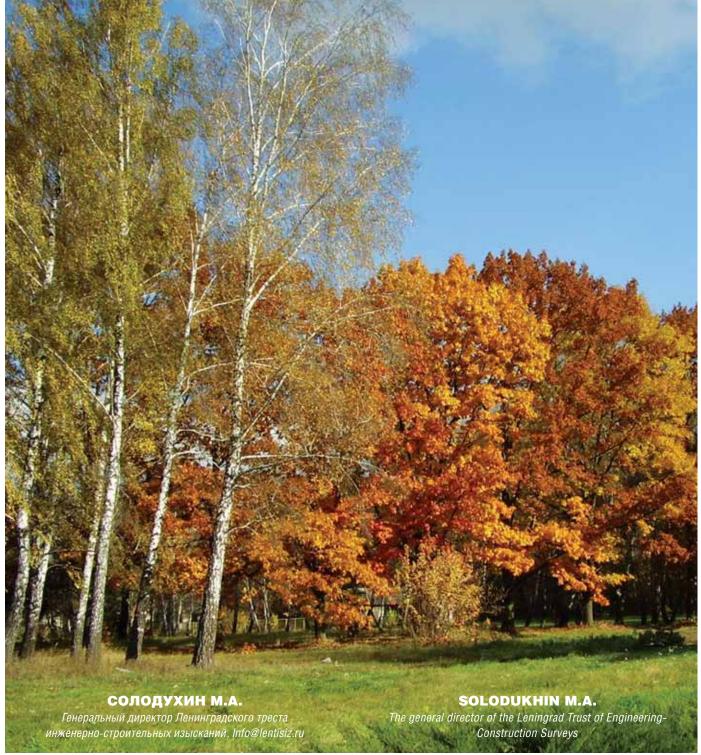
IV., Передача производственными отделами результатов дополнительных изысканий (технического отчета) в Архив.

 V_{\perp} . Повторение процедур (V_{\perp} - VI_{\perp}).

Список литературы

- 1. *Бондарик Г.К.* Управление природно-техническими системами. Возможности и ограничения // Известия вузов. Геология и разведка. 1994. № 1. С. 42–47
 - 2. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Природно-технические системы и их мониторинг // Инженерная геология. 1990. № 5. С. 3–9.
- 3. ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: Минстрой России, МНТКС, 1996.
 - 4. ГОСТ 19912-2001. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием. М.: Госстрой России, МНТКС, 2001.
- 5. ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. М.: Государственный комитет СССР по делам строительства. 1984.
 - 6. ГОСТ 5686-94. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. М.: Минстрой России, МНТКС, 1995.
- 7. ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. 2008.
 - 8. ГОСТ 12071-2000. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. М.: Госстрой России, МНТКС, 2000.
- 9. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. 2-е изд. Серия Московская. N-37-II. М.—СПб.: Минприроды РФ, Департамент геологии и использования недр, Государственное предприятие «Геоцентр-Москва», 2001.
 - 10. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ. М.: ГД ФС РФ, 2004 (с изменениями от 27.12.2009 г.).
 - 11. Инструкция по инженерно-геологическим и геоэкологическим изысканиям в г. Москве. М.: Москомархитектура, 2004.
- 12. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов. М.: Мосгорисполком, ГЛАВАПУ, Моспроект-1, Мосгоргеотрест, 1984.
 - 13. МГСН 2.07-01. Основания, фундаменты и подземные сооружения. М.: Правительство Москвы, 2003.
- 14. МГСН 4.19-2005. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в г. Москве. М.: Правительство Москвы, 2005.
- 15. МДС 50-1.2007. Проектирование и устройство оснований, фундаментов и подземных частей многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов. М.: ФГУП «НИЦ "Строительство"», 2007.
 - 16. Москва. Геология и город. М.: Институт геоэкологии РАН, ГУП «Мосгоргеотрест», 1997.
 - 17. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83). М.: НИИОСП им. Герсеванова, 1986.
- 18. Постановление Правительства РФ от 03.02.2010 г. № 48 «О минимально необходимых требованиях к выдаче саморегулируемыми организациями свидетельств о допуске к работам на особо опасных, технически сложных и уникальных объектах капитального строительства».
- 19. Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 г. № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий».
 - 20. Постановление Правительства РФ от 09.06.2006 г. № 363 «Об информационном обеспечении градостроительной деятельности».
- 21. Постановление Правительства РФ от 19.01.2006 г. № 20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства».
 - 22. Постановление Правительства РФ от 19.11.2008 г. № 858 «О порядке разработки и утверждения сводов правил».
- 23. Постановление Правительства РФ от 29.12.2008 г. № 1070 «О негосударственной экспертизе проектной документации и результатов инженерных изысканий».
 - 24. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
- 25. Приказ Минрегиона России от 09.12.008 г. № 274 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства».
 - 26. Приказ Минрегиона России от 21.10.2009 г. № 480 «О внесении изменений в приказ от 9 декабря 2008 г. № 274».
- 27. Приказ Минрегиона России от 30.12.2009 г. № 624 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства».
- 28. Пулико В.И., Хачатурьян В.Х. Законодательное и нормативно-методическое обеспечение защиты окружающей среды // Поиск. От проекта до ключа // Международный журнал официальной информации в строительстве. М., 2001. N 1.
- 29. Распоряжение Правительства РФ от 21.06.2010 г. № 1047-р «Об утверждении прилагаемого перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"».
 - 30. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Минстрой РФ, 1996.
 - 31. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. М.: Госстрой РФ, 1997.
 - 32. СП 11-103-97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. М.: Госстрой РФ, 1997.
 - 33. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. М.: Госстрой РФ, 1997.
 - 34. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть І. Общие правила производства работ. М.: Госстрой РФ, 1997.
- 35. Схематическая карта инженерно-геологического районирования по степени опасности проявления карстово-суффозионных процессов в г. Москве. М.: ГУП «Мосгоргеотрест», 1996.
 - 36. Федеральный закон от 01.12.2007 г. № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» (с изменениями от 28.04.2009 г.).
 - 38. Федеральный закон от 08.08.2001 г. № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» (с изменениями от 18.07.2009 г.).
- 39. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 148-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».
- 40. Федеральный закон от 22.12.2004 г. «О введении в действие Градостроительного кодекса Российской Федерации» (с изменениями от 27.07.2010 г.).
 - 41. Федеральный закон от 23.12.2009 г. № 384-Ф3 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
- 42. Федеральный закон от 27.07.2010 г. № 240-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».
 - 43. Федеральный закон от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» (с изменениями от 27.12.2009 г.).
 - 44. Федеральный закон Российской Федерации от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (с изменениями от 2009 г.).
 - 45. Хачатурьян В.Х., Манохин А.М. Экология и мелиорация // ЧиП. 1990. № 11.
- 46. *Чайкин А.А., Хачатурьян В.Х.* Нормативно-правовое обеспечение инженерных изысканий для строительства на территории Московской области // ПГС. 2004. № 11.
 - 47. Щедровицкий П.Г. Деятельностно-природная система // ЧиП. 1987. № 12.1.





КОДИРОВАНИЕ ПОЛЕВОЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ)

CODING FIELD ENGINEERING-GEOLOGICAL DOCUMENTATION (IN ORDER OF DISCUSSION)

Ключевые слова: полевая документация; кодирование; цифровая обработка; классификация.

Аннотация: в статье обсуждаются проблемы изменения порядка ведения полевой инженерно-геологической документации путем кодирования с использованием современных технических средств.

Key words: field documentation; coding; digital processing; classification.

Abstract: the article discusses problems of the change of the order of conducting field engineering-geological documentation by coding with use of modern technologies.

Классификация признаков для полевого (визуального) описания грунтов					
А. Постоянные, или устойчивые, признаки В. Переменные, или изменчивые, признаки				С. Положение признаков	
Основные	Второстепенные	Видимые Манипуляции		в пространстве, м	
Классификационные (по действующим стандартам): • класс; • группа; • тип; • вид; • разновидность	• внешние (цвет, запах, форма); • дополнительные	• включения (количество, форма, окатанность, растительные остатки и др.); • влажность (визуальная); • мерзлость	• срез ножом; • скатывание в шнур; • скатывание в шарик; • погружение полевого пенетрометра; • реакция на кислоту	• описываемого образца грунта (от до); • уровня подземных вод (появившегося, установившегося); • отбора проб (от до); • дополнительные сведения (словами)	

продукция инженерно-геологических работ — это в конечном итоге информация об инженерно-геологических условиях строительства конкретного объекта в тех или иных природных условиях. Одним из важнейших требований к этой информации является ее достоверность.

Инженерная геология как отрасль геологической науки, а также используемые ею технические средства и методики прошли большой путь развития. Принципиально изменилась буровая техника, средства отбора проб, техника и методы полевых и лабораторных исследований состава, состояния и физико-механических свойств грунтов, горных пород и подземных вод. Качественный рывок был сделан при переходе от традиционных камеральных работ к компьютерной обработке информации. И только полевое описание грунтов осталось практически без изменений: те же формы журналов, те же правила описания, те же достижения и те же ошибки — и все это при больших скоростях бурения, огромном объеме буровых работ и при всех неудобствах ведения полевой документации старыми метолами.

Полевое описание грунтов заключается в индивидуальном изложении их определенных признаков в установленной (или произвольной), не слишком формализованной последовательности (конечно, оно может корректироваться более опытными специалистами по опыту прошлых периодов, результатам полевых тестов, лабораторных исследований и т.д.). Но самое главное это то, что неоднозначность важнейшей части полученной при полевых работах информации как была, так и остается. А ведь мы, по сути, имеем дело только с фиксацией информации о природных геологических образованиях, достаточно устойчивых на небольших территориях.

Проблема описания грунтов в полевых условиях весьма обостряется при производстве совместных работ с иностранными фирмами ввиду неоднознач-

ного перевода и использования различных классификационных и номенклатурных определений.

Все это существенно влияет на общее качество дальнейших лабораторных и камеральных работ уже на первом этапе (как правило, неповторимом и самом дорогом). При этом серьезные методические разработки по полевой документации на сегодняшний день отсутствуют.

Все признаки, служащие основанием для полевого описания, по нашему мнению, могут быть классифицированы следующим образом: (А) постоянные, или устойчивые, признаки; (В) переменные, или изменчивые, признаки; (С) положение признаков в пространстве. Рассмотрим эти группы подробнее.

А. Постоянные, или устойчивые, признаки делятся на основные и второстепенные. Основные признаки — это прежде всего классификационные, позволяющие идентифицировать в первую очередь наименования грунтов по различным существующим классифика-

Таблица 2

Пример полевого кодирования описания песков

	Класс: «В» дисперсные, Группа: І-в несвязные, Вид: пески							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Состав	Плотность	Влажность	Наличие органики	Минеральный состав	Окатанность	Примеси	Цвет	Глубина описания (м)
01	07	10	14	16	21	25	27	
Гравелистые	Плотные	Сухие	С примесью	Кварцевые	Окатанные	Карбонатные	Красный	
02	08	11	органики	17	22		28	
Крупные	Средней плотно-	Маловлажные	15	Полевошпатовые	Угловатые	26	Оранжевый	
03	сти	12	Заторфован-	18		Засоленные	29	
Средней	09	Влажные	ные	Слюдистые	23		Желтый	
крупности	Рыхлые	13		19	Однородные		30	
04		Насыщенные во-		Полиминеральные	24		Зеленый	1,5-2,3
Мелкие		дой		20	Неоднородные		31	
05				Глауконитовые			Голубой	
Пылеватые							32	
06							Синий	
Разнозерни-							33	
стые							Фиолето-	
							вый	

Пример: 03 07 13 14 16 24 25 29 1,50–2,30. **Расшифровка:** пески средней крупности, плотные, насыщенные водой, с примесью органики, кварцевые, неоднородные, карбонатные, желтого цвета, в интервале 1,50–2,30 м



TT				
Пример полевого	колипования	описания	THUHUCTLIX	FNVHTOR
TIPHMCP HOMEDOID	кодирования	Ullineallin/i	IJIMITHCIDIA	IPINIOD

Класс: «В» дисперсные. Группа: I-а связные. Вид: глинистые грунты								
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Пластич- ность	Состав	Включения	Влажность	Наличие органики	Консистенция	Примеси	Цвет	Глубина описания (м)
01 Супеси 02 Суглинки 03 Глины	04 Песчанистые 05 Пылеватые 06 Легкие	07 С галькой (со щебнем) 08 Галечниковые (щебенистые) 09 Гравелистые (дресвяные)	10 Сухие 11 Маловлажные 12 Влажные 13 Насыщенные водой	14 С органикой 15 Заторфованные	16 Твердые 17 Полутвердые 18 Тугопластичные 19 Мягкопластичные 20 Текуче- пластичные 21 Текучие 22 Пластичные	23 24 25 Карбонатные 26 Засоленные	27 Красный 28 Оранжевый 29 Желтый 30 Зеленый 31 Голубой 32 Синий 33 Фиолетовый	2,70–2,90

IIример: 02 06 07 12 15 18 25 29 2,70–2,90. P Расшифровка: суглинки легкие, с галькой, влажные, заторфованные, тугопластичные, карбонатные, желтого цвета, в интервале 2,70–2,90 м

циям, то есть относить их к тем или иным классам, группам, подгруппам. Эти признаки, как правило, устойчивые, легко распознаваемые, и их определение не представляет трудностей для опытного геолога, однако они могут в дальнейшем корректироваться в лабораторных и камеральных условиях. Их особенность (в отличие от общегеологических признаков) заключается в том, что уже на стадии полевого описания выделяются внешние признаки, формирующие инженерно-геологическую оценку территории в изучаемой точке.

Второстепенные признаки группы «А» также легко определяются по цвету, запаху, геометрической форме компонентов грунтов и т.д. Главное заключается в постоянстве, устойчивости определенного набора достаточно однозначных признаков, что не исключает дальнейшую возможность различных уточнений.

Признаки категории «А» более определённы для скальных и полускальных грунтов и менее однозначны для дисперсных.

В. Переменные, или изменчивые, признаки — наиболее сложная для описания группа в силу именно ее изменчивости (в отношении основного состава грунта и включений в нем, изменчивости влажности по самому образцу и по времени описания, умения специалиста видеть малозаметные, но важные детали и т.д.). Помимо видимых признаков для описания существует также набор манипуляций, как ручных, так и при помощи несложных приспособлений (ножа, пенетрометра, скатывания в шнур, в шарик и др.).

Признаки группы «В» наиболее полно корректируются дальнейшими лабораторными исследованиями, однако только полевые работы дают объективную картину распространения этих признаков в пространстве, относимую автором к категории «С».

С. Положение признаков в пространстве. Все, что документируется в полевых условиях, обязательно имеет объемные пространственные координаты. Это в том числе положение исследуемого объекта на плоскости (в виде номера скважины, шурфа, плоских координат на топографическом плане, схеме и др.), глубина отбора образцов, уровней подземных вод и другие документируемые признаки.

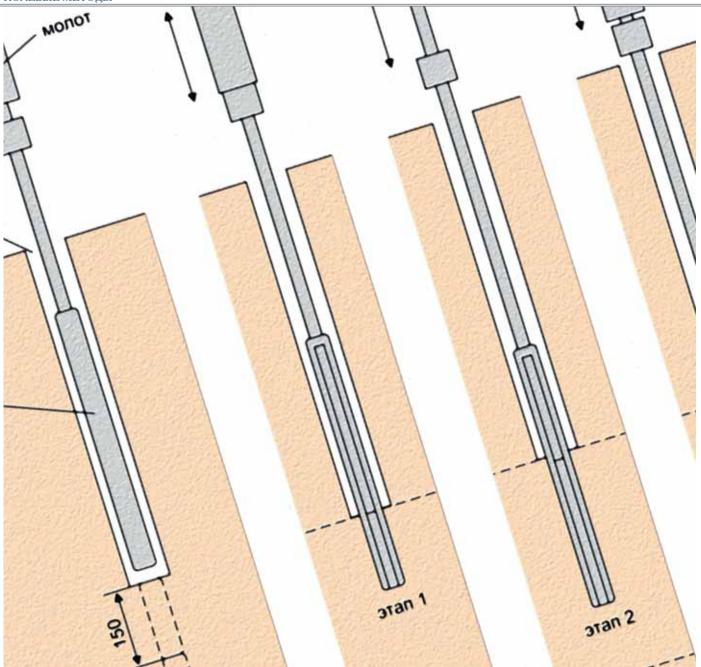
В таблице 1 приведена классификация признаков для формирования системы полевого описания грунтов. Для каждого района работ, особенно для малоизученного, можно составить по имеющимся материалам набор стандартных описаний по специальной схеме, которую можно периодически корректировать, добиваясь необходимой полноты и достоверности. В таблице 2 приведен пример полевого кодирования описания песков, в табл. 3 — глинистых грунтов.

Переход к цифровой модели ведения полевой документации должен позволить перейти от свободной схемы описания к упорядоченной путем вызова на полевой компьютер записанных на диске классификационных признаков того вида грунта, описание которого производится (набираются цифры соответствующих признаков в строгой последовательности, высвеченной на экране,

в том числе и интервал описания, в результате фиксируется цифровой ряд, который остается в памяти полевого компьютера и может быть передан на базовый компьютер пользователя; дальнейшая корректировка цифрового материала производится путем изменения цифр по результатам лабораторных исследований и внесения каких-либо правок, обобщений и т.п. по обычной схеме камеральной обработки).

Для отдельных районов работ или для специфических грунтов возможно составление особых цифровых классификаторов. Например, во время работы автора на Кубе возникли проблемы при ведении полевой документации бурения по латеритовым отложениям. Сложности внешнего облика образцов усугублялись сложностями классифицирования и перевода текстов описаний (буровых журналов) с испанского языка. Введенный анкетный способ описаний лишь частично решал эту проблему.

Таким образом, современные технические средства и дальнейшее развитие нашего понимания грунтов позволяют принципиально изменить порядок ведения полевой документации путем ее кодирования. Кодирование позволяет легко анализировать изменения и то, по какому признаку они вносились в процессе обработки материала. Суть кодирования полевой документации сводится к задаче распознавания признаков описания образцов грунта в определенной последовательности, устанавливаемой заранее. Унификация признаков описания — путь к созданию унифицированной методики описания грунтов. 🗞



ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ. ЧАСТЬ III

TESTING SOILS BY PENETRATION METHODS. PART III

БОЛДЫРЕВ Г.Г.

Профессор кафедры оснований и фундаментов Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, член Российского национального комитета по механике грунтов и фундаментостроению, технический директор 000 «НПП "Геотек"», г. Пенза, g-boldyrev@geoteck.ru

Ключевые слова: пенетрационные испытания; динамическая пенетрация; методы динамической пенетрации; определение физических и механических свойств грунтов; контроль качества уплотнения.

Аннотация: статья представляет собой третью часть аналитического обзора методов пенетрации, используемых для полевых испытаний грунтов (первая и вторая части данного обзора были опубликованы в предыдущих номерах журнала). В этой части анализируется динамическое зондирование грунтов.

BOLDYREV G.G.

Professor of the department of beds and foundations of Penza State
University of Architecture and Building, a member of the Russian
National Committee on Soil Mechanics and Foundation Engineering,
the technical director of the scientific-production enterprise
«NPP Geotek» Ltd, Penza, g-boldyrev@geoteck.ru

Key words: penetration tests; DPT-tests; methods of the dynamic penetration; determination of physical and mechanical soil properties; quality control of the compaction.

Abstract: the article is the third part of the analytical overview of penetration methods used for field soil tests (the first and second parts of it were published in the previous issues of the journal).



Что такое динамическое зондирование и в чем его отличие от статического зондирования?

В предыдущих публикациях (см. «Инженерные изыскания», 2010, № 9, 11, 12) были рассмотрены вопросы исследования механических свойств грунтов в полевых условиях с использованием метода статического зондирования. При обсуждении данных публикаций выяснилась необходимость объяснения терминов «пенетрация» и «зондирование».

Принципы пенетрационных испытаний и приложение их результатов к определению физических и механических свойств грунтов были развиты в России В.Ф. Разореновым, который основывался на исследованиях академика П.А. Ребиндера, проведенных в начале 1940-х годов в СССР. Позднее результаты исследований были обобщены В.Ф. Разореновым в первом и втором изданиях монографии «Пенетрационные испытания грунтов» (М.: Стройиздат, 1980. 248 с.). Следует отметить, что исследования В.Ф. Разоренова являются уникальными и незаслуженно забыты. В его монографии объясняется различие методов пенетрации и зондирования. По принятой терминологии, погружение наконечников разнообразных форм и размеров на глубину, меньшую высоты наконечника, называется пенетрацией. Метод испытания грунтов при погружении наконечника на глубину, превышающую высоту наконечника, называется зондированием.

Метод пенетрации применяется в лабораторных условиях при испытании образцов грунта наконечником с целью определения их физических и механических свойств. В России этот метод используется для определения влажности на границе текучести (ГОСТ 5180-84). За рубежом этот метод применяется для определения недренированной прочности (c_u) грунтов в лабораторных условиях.

Метод статического зондирования трудно использовать при испытании плотных несвязных грунтов и глинистых грунтов твердой консистенции изза больших значений усилий вдавливания, что требует применения установок большой грузоподъемности. Более эффективным методом испытания подобных грунтов является метод динамического зондирования.

Динамическим зондированием называется метод испытания грунтов путем определения сопротивления грунта погружению зонда под действием

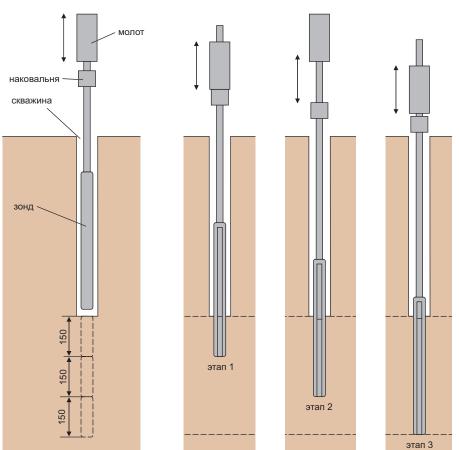


Рис. 1. Испытание грунтов динамическим зондированием пробоотборником

последовательно возрастающего числа ударов молота определенной массы, падающего с постоянной высоты.

За рубежом нет явного разделения испытаний на пенетрацию и зондирование. На английском языке это звучит как «penetration test». Метод динамической пенетрации (зондирования) рекомендован, в частности, в Англии (BS EN ISO 22476-3:2005 Geotechnical investigation and testing. Field testing. Standard penetration test) и в США (ASTM D1586-08a Standard test method for standard penetration test (SPT) and split-barrel sampling of soils) и сокращенно называется «standard penetration test (SPT)». В переводе это звучит как «стандартные пенетрационные испытания».

В дальнейшем в тексте будем использовать принятую в России терминологию.

Для чего используется динамическое зондирование?

Динамическое зондирование применяется с целью определения физических и механических свойств грунтов в полевых условиях, а также для оценки качества уплотнения пылевато-глинистых и скальных грунтов при сооружении насыпей, выполнении обратных



Рис. 2. Общий вид и конструкция динамического пенетрометра с конусным наконечником





Рис. 3. Примеры применения динамических дефлектометров

засыпок под полы и в пазухи фундаментов и т.п. В первом случае используются тяжелые пенетрометры с массой падающей части (молота) до 300 кг (рис. 1). Во втором случае — легкие пенетрометры с массой молота до 10 кг (рис. 2). В последнее время начали применяться динамические дефлектометры для определения эквивалентного модуля деформации, характеризующего жесткость слоистого основания (рис. 3). Показанные на рис. 3 динамические дефлектометры используются преимущественно для определения жесткости дорожного покрытия после его устройства.

Как проводятся испытания грунтов методами динамического зондирования?

Динамическое зондирование грунтов проводится двумя методами: (1) с использованием зонда в виде полой трубы (см. рис. 1); (2) с использованием зонда с конусным наконечником (см. рис. 2). В обоих случаях погружение в грунт рабочей части зонда выполняется под действием падающей части (молота).

При использовании первого метода в грунт забивается зонд, представляющий собой толстостенную трубу, диаметр которой (50 мм) больше диаметра штанг. Зонд погружается в результате ударов молота весом 63,5 кг, падающего с высоты 76 см, в три этапа (по 150 мм). В течение второго и третьего этапов определяется количество ударов N, необходимое для погружения зонда на глубину 30 см. Данный метод позволяет не только определить динамическое сопротивление, но и одновременно отобрать образцы грунта с нарушенной струк-

турой. Как уже было сказано выше, в стандарте США ASTM D 1586 [5] данный вид испытаний называется «standard penetration tests» (SPT). Это наименование было предложено К. Терцаги в 1947 году на конференции по механике грунтов в Техасе (США), хотя впервые подобного типа испытания были выполнены еще в 1902 году Ch.R. Gow с помощью трубы диаметром 1 м. В России этот метод называется «зондирование пробоотборником». В Советском Союзе динамическое зондирование грунтоносом впервые было выполнено в 1933 году в районах гг. Свердловска и Магнитогорска [6]. В 1975 году в среднем одна изыскательская организация в СССР выполняла около 1330 м исследований грунтов с использованием метода динамического зондирования [6].

Во втором случае динамическое зондирование выполняется с помощью конуса, диаметр которого может превышать или быть равным диаметру штанг. Зонд погружается ударами молота массой 6-60 кг, падающего с высоты 60 см. Число ударов N (залог) принимают в зависимости от вида грунта (в пределах 1-20) исходя из глубины погружения зонда за залог на 10-15 см. За рубежом такие динамические конусные пенетрометры широко используются при исследовании естественных оснований и тел насыпей и дамб в процессе их сооружения. В ГОСТ 19912-2001 [1] приведены рекомендации по применению конического зонда с углом при вершине 60° и диаметром основания конуса 74 мм при ударном воздействии и диаметром 100 мм при ударно-вибрационном воздействии. Масса молота изменяется от 30 до 350 кг.

Известна также конструкция зонда с наконечником, диаметр которого равен диаметру штанг. Погружение в грунт зонда подобной конструкции называют испытанием грунтов стержневым зондом.

В Советском Союзе И.А. Физдель применял ручной забивной конический зонд для исследования плотности песков в 1944–1948 голах. В 1950-е годы В.А. Дуранте (Гидропроект) использовал динамическое зондирование коническим зондом при изысканиях для гидротехнического строительства на Волге и Доне [6]. Позднее Угличский экспериментальный ремонтномеханический завод Гидропроекта освоил серийный выпуск механизированной установки для зондирования (УПБ-15М). Следует отметить, что для целей статического и динамического зондирования грунтов в свое время было разработано различными организациями более 10 типов различных установок, которые выпускались небольшими партиями.

Для чего используется конусный зонд?

ГОСТ 19912-2001 [1] рекомендует применять метод динамического зондирования зондом с конусным наконечником в сочетании с другими видами инженерно-геологических исследований для решения следующих задач:

- выделение инженерно-геологических элементов (толщины слоев и линз, границ распространения грунтов различного состава и состояния);
- оценка пространственной изменчивости состава и свойств грунтов;
- определение глубины залегания кровли скальных и крупнообломочных грунтов;
- количественная оценка характеристик физико-механических свойств грунтов (плотности, модуля деформации, угла внутреннего трения и сцепления грунтов и др.);
- определение степени уплотнения и упрочнения грунтов во времени;
- выбор мест расположения опытных площадок.

Фактически же ГОСТ 19912-2001 [1] позволяет решить только первые три задачи. Методики оценки физикомеханических свойств, степени уплотнения и упрочнения грунтов во времени в данном стандарте отсутствуют. Следует заметить, что в предыдущей его редакции (ГОСТ 19912-81 [2]) в четвертом пункте было записано «для ориентировочной оценки характери-



стик физико-механических свойств грунтов», то есть количественная оценка даже не упоминалась. Согласно п. 4.5 ГОСТ 19912-2001 [1] количественную оценку характеристик физико-механических свойств грунтов следует проводить на основе статистически обоснованных зависимостей между показателями сопротивления грунта внедрению зонда и результатами определения его характеристик другими стандартными методами. Это требование аналогично требованиям Еврокода 7 [10], в котором расчетные значения механических характеристик грунтов принимаются из корреляции результатов полевых и лабораторных испытаний. Кроме того, в Еврокоде 7 [10] говорится о том, что монолиты, отобранные при динамическом зондировании, разрешается использовать только для определения гранулометрического состава грунтов.

За рубежом способ испытаний конусным зондом применяется для оценки деформируемости (жесткости) и прочности слоев конструкций дорожных покрытий из гранулированных материалов (песка, гравия, щебня), а также для контроля качества уплотнения насыпей, обратной засыпки под полы или в пазухи фундаментов.

Данный метод широко используется за рубежом и, как мы полагаем, был бы весьма полезен нашим дорожникам для определения следующих показателей:

- недренированная прочность глинистых грунтов;
- влажность на границе текучести;
- коэффициент CBR (California Bearing Ratio);
- эквивалентный модуль деформации;
- плотность материала после уплотнения;
- вид материала и толщина слоев насыпей.

Этот метод прост, не требует применения дорогостоящей аппаратуры, легок в использовании и дает возможность непрерывного измерения деформируемости и прочности слоев дорожного покрытия и основания без необходимости отбора образцов или вскрытия существующего покрытия дороги (в отличие, например, от метода лабораторного определения параметра прочности СВR).

Конструкция портативного зонда приведена на рис. 2. Он представляет собой стержень с падающим по нему с высоты 575 мм полым цилиндром массой 2—10 кг на наковальню, закрепленную на этом стержне, что приводит к

внедрению конического наконечника на его конце в испытуемый материал.

При проведении испытаний подсчитывается количество ударов, необходимое для погружения конического наконечника на необходимую глубину. Испытания проводятся в два этапа. На первом этапе выполняется погружение конуса на 150 мм без подсчета количества ударов. В сыпучих материалах (или песчаных грунтах) удары подсчитываются в течение второго этапа погружения конуса также на 150 мм. Опыт показывает, что на втором этапе для этого требуется меньшее количество ударов молота. В связных же грунтах количество ударов на первом и втором этапах практически одинаково.

В чем преимущества использования портативного зонда с конусным наконечником?

Основные преимущества использования метода динамического зондирования конусным наконечником по сравнению с лабораторными методами заключаются в следующем:

- низкая стоимость испытаний при большом количестве получаемых данных измерений;
- легкость и большая скорость проведения испытаний;
- большая глубина зондирования (до 900 мм) без использования лидерной скважины (измерения могут быть сделаны и на большую глубину при использовании дополнительных удлинительных стержней);
- простота обработки результатов испытаний (большое количество данных может быть обработано быстро и с определением необходимых параметров);
- испытания выполняются бригадой из трех человек, которые способны за один день выполнить до 20 испытаний на расстоянии от 50 до 500 м.

Как определить величину сопротивления грунта при зондировании конусом?

Сопротивление грунта пенетрации R_s определяется как работа W_s , необходимая для погружения конуса от начала его движения до остановки, поделенная на глубину погружения конуса h:

$$R_{s} = W_{s}/h. \tag{1}$$

Работа, совершаемая при погружении конуса, равная кинетической энергии в случае падения на наковальню груза массой 2 кг с высоты 40 см, определяется из выражения

$$W_{s} = \frac{1}{2} mv^{2} = 7,84 \text{ Дж},$$
 (2)

где m — масса груза; ν — скорость, достигнутая грузом в момент его удара по наковальне.

Подставляя значение W_s в выражение (1), вычисляем сопротивление грунта внедрению конуса для каждого удара. Найденное значение R_s представляет собой среднее значение сопротивления грунта при перемещении конуса на определенную глубину. Измерения, полученные при конусном динамическом зондировании, могут быть выражены или в виде количества ударов (N) на заданную глубину погружения конуса, или в виде среднего сопротивления грунта (R_s).

Какие параметры определяются при зондировании конусом?

Обычно в ходе испытаний определяется количество ударов N, которое необходимо для погружения конуса на глубину 150 мм. Для рыхлых песков и мягкопластичных глинистых грунтов глубина внедрения конуса может быть измерена от каждого удара.

С июля 1973 года [23] Госстроем СССР были введены «Указания по зондированию грунтов для строительства

Таблица 1

Зависимость условного динамического сопротивления от плотности сложения песков

Пески	$p_{_d}$, МПа	Плотность сложения
Крупные и средней крупности независимо от влажности	< 0,35 0,35–1,25 > 1,25	Рыхлые Средней плотности Плотные
Мелкие маловлажные	< 0,30 0,30-1,10 > 1,10	Рыхлые Средней плотности Плотные
Пылеватые маловлажные и мелкие водонасыщенные	< 0,20 0,20-0,85 > 0,85	Рыхлые Средней плотности Плотные

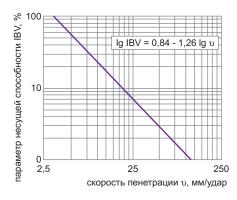


Рис. 4. Определение параметра IBV

(СН 448-72)», где было принято определять из результатов испытаний показатель, называемый условным динамическим сопротивлением грунта p_{δ} . В настоящее время этот же показатель согласно ГОСТ 19912-2001 определяют по формуле

$$p_d = AK_1K_2n/h, (3)$$

где A — удельная энергия зондирования, H/см, определяемая в зависимости от типа установки; K_1 — коэффициент учета потерь энергии при ударе молота о наковальню и на упругие деформации штанг, определяемые в зависимости от типа установки и глубины погружения зонда; K_2 — коэффициент учета потерь энергии на трение штанг о грунт, определяемый в зависимости от усилия при повороте штанг.

В книге Ю.Г. Трофименкова и Л.Н. Ворбкова [23] приведена таблица, позволяющая определять плотность сложения песков различной крупности и влажности в зависимости от значений условного динамического сопротивления (см. табл. 1).

В связи со сложностью отбора монолитов песчаных грунтов ненарушенной структуры результаты испытаний методом динамического зондирования могут быть полезными для ориентировочного определения их угла внутреннего трения. Подобные значения были ранее приведены в СН 448-72 и представлены ниже в табл. 2.

Результаты испытаний методом динамического зондирования позволяют, используя корреляцию с результатами испытаний песчаных грунтов штампами, найти модуль деформации. Одно из подобных эмпирических выражений было получено институтом Фундаментпроект [23] для плотных и средней плотности песков в следующем виде:

$$E = (350 \div 500) \lg N.$$
 (4)

Для моренных грунтов в монографии Л.Г. Мариупольского [24] приведены следующие зависимости, полученные также на основании сравнительных испытаний штампами и динамическим зондированием:

$$E = 3.13p_d + 6.84.$$
 (5)
$$I_L = -0.45\lg(p_d/p_d^o) + 0.4,$$

где $p_d^{\ o} = 1 \ \text{М} \Pi \text{a}.$

В этой же монографии приведена корреляционная зависимость между коэффициентом пористости *е* аллювиальных и флювиогляциональных песков, полученная путем сравнительных лабораторных и полевых испытаний, в виле

$$e = 0.80 - 0.22\lg(p/p_{J}^{o}).$$
 (6)

Для флювиогляциальных и аллювиальных песков на основе сравнения результатов испытаний штампами площадью 2500 и 5000 см 2 с условным динамическим сопротивлением p_d получены соответственно следующие зависимости [24]:

$$E = 2,99 p_d + 9,96$$
 и $E = 3,71 p_d + 3,56$. (7)

Таблица 2

Значения угла внутреннего трения для песков различной крупности

л МПа	Нормативные значения угла внутреннего трения ф, град.				
$p_{_d}$, M Π a	крупных и средней крупности	мелких	пылеватых		
0,20	30	28	26		
0,35	33	30	28		
0,70	36	33	30		
1,10	38	35	32		
1,40	40	40	34		
1,75	41	41	35		

В некоторых случаях в испытаниях определяется скорость пенетрации *у* (мм/удар). С ее помощью находят значение параметра несущей способности IBV, применяемого для оценки устойчивости конструкции насыпи дороги, стабилизированной известью по технологии, приведенной на сайте [25]. Исследования, выполненные Департаментом транспорта штата Иллинойс США [26], показывают, что между скоростью пенетрации и прочностью стабилизированного связного грунта существует зависимость, приведенная на рис. 4.

Параметр *IBV* подобен параметру *CBR*, но для определения первого используется образец материала (грунта) диаметром 100 мм, а для определения второго — образец диаметром 150 мм. К тому же пенетрационные испытания в первом случае проводятся сразу же после устройства земляного сооружения, а во втором — через 96 часов. Вследствие различий в методиках значения параметров, определяемых из лабораторных *IBV*- и *CBR*-испытаний, различаются.

Параметр *CBR* определяется как в лабораторных, так и в полевых условиях и используется для оценки прочности оснований насыпей в процессе строительства автомобильных дорог и аэродромов при тщательном контроле плотности и влажности. Результаты испытаний используются для первичной оценки требуемой толщины гибкого покрытия дорог. В лабораторных условиях испытания проводятся на искусственно приготовленных образцах заданной плотности и влажности. В полевых условиях они могут быть проведены и на естественных грунтах одним из методов динамической пенетрации.

В лабораторных условиях параметр *CBR* определяется как отношение (выраженное в %) давления под штампом диаметром 49 мм, получаемого при его внедрении в исследуемый грунт на 2,5 мм, к нормируемой величине давления. Согласно ASTM D1883-99 [6] испытания грунта проводятся при оптимальных плотности и влажности для трех образцов при различной величине внедрения штампа. Для торфа и мягких глин значение *CBR* равно 4,75, для влажного песка оно составляет около 10, а для крупнообломочных грунтов оно может быть более 80.

В последние годы метод динамического зондирования в дорожном строительстве применяется для определения многих показателей, таких как *CBR*,



прочность на сдвиг сыпучих материалов, эквивалентный модуль упругости конструкции дорожного полотна M_{R} , модуль упругости E_{s} , классификационные показатели, назначение которых описано ниже.

Можно ли использовать динамическое зондирование для выделения слоев различной плотности?

Метод конусной динамической пенетрации показывает хорошие результаты при контроле качества и мощности отсыпанных слоев песка и щебня. Более того, он может быть применен для определения мощности естественных слоев грунта. Если дополнительно использовать график зависимости IBV от глубины насыпи, то можно найти слабые места, которые необходимо удалить или усилить (рис. 5).

Результаты выполненных испытаний [4] указывают на зависимость скорости пенетрации от плотности уплотняемого материала.

Существует ли корреляция между скоростью пенетрации и параметром CBR?

Известны различные корреляции между скоростью пенетрации v (мм/удар) и значением CBR. В работе [14] приведено обобщение более чем 2000 испытаний образцов материалов конструкций дорожного полотна стандартным методом определения CBR. На основе этих результатов рекомендуется следующая зависимость:

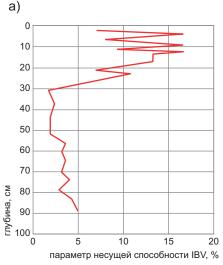
$$\lg CBR = 2,62 - 1,27 \lg v.$$
 (8)

Используя результаты полевых испытаний, и Р. Смит, и Д. Прат [21] предложили подобную зависимость:

$$\lg CBR = 2,56 - 1,15 \lg v.$$
 (9)

Основываясь на большом количестве полевых и лабораторных испытаний ненарушенных и уплотненных образцов мелкозернистых грунтов, Livneh и др. [16] нашли корреляцию между скоростью пенетрации v и параметром CBR в зависимости от водонасыщения и при естественной влажности. Уплотненные образцы сыпучих грунтов были испытаны в гибкой форме с контролируемым переменным боковым давлением. Предложенная зависимость имеет вид:

$$\lg CBR = 2,2 - 0,71(\lg v)^{1,5}$$
. (10)



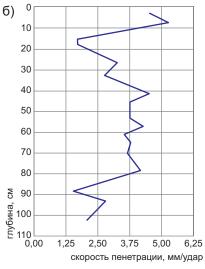


Рис. 5. Примеры изменения параметра IBV (a) и скорости пенетрации по глубине массива (б)

И. Харрисон [12] в 1986 году предложил следующие подобные зависимости для различных грунтов:

1) для пылевато-глинистых грунтов при ν >10 мм/удар:

$$\lg CBR = 2,56 - 1,16 \lg v;$$
 (11)

2) для сыпучих грунтов при v < 10 мм/удар:

$$\lg CBR = 2,70 - 1,12\lg v.$$
 (12)

Американским корпусом военных инженеров [23] были получены следующие зависимости, которые были подтверждены многими исследователями:

$$\lg CBR = 2,456 - 1,12 \lg v;$$
 (13)

$$\lg CBR = 2.92/(v^{1.12}).$$
 (14)

Существует ли зависимость между параметром CBR и модулями упругости?

Упругие модули грунтовых материалов M_R и E_s используются при проектировании и сооружении дорог. Они могут быть определены прямым методом, по результатам испытаний (например, трехосным сжатием с разгрузкой) образцов материала или из зависимости между упругим модулем E_s и параметром CBR, а также по результатам динамических пенетрационных испытаний.

В 1993 году Американская ассоциация дорожного строительства (AASHTO) выпустила руководство по проектированию дорожных конструкций, в которое вошло следующее выражение для определения упругого модуля M_R при разгрузке, предложенное ранее В. Хюкелем и А. Кломп [13]:

$$M_p = 10,34CBR \text{ (M}\Pi\text{a)}.$$
 (15)

Выражение (10) рекомендуется применять для пылевато-глинистых грунтов с параметром CBR < 10.

В. Поуэл и др. [21] предложили такую зависимость для определения упругого модуля при разгрузке:

$$M_R = 17,58CBR^{0,64}$$
 (MIIa). (16)

К. Пэн [20] предложил два выражения для определения зависимости между упругим модулем деформации E_s (МПа) материала конструкций дорог и скоростью пенетрации v (мм/удар):

$$\lg E_s = 3,25 - 0,89 \lg v;$$
 (17)

$$\lg E_{s} = 3,652 - 1,17 \lg v.$$
 (18)

В 1990 году М. Де Беер [10] предложил выражать корреляцию между E_s и ν в виде

$$\lg E_s = 3.05 - 1.07 \lg v.$$
 (19)

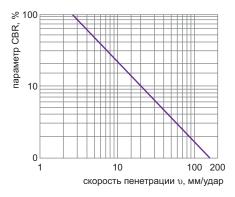


Рис. 6. Зависимость между показателями *CBR* и v [23]

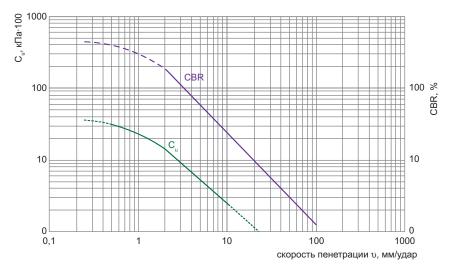


Рис. 7. Зависимость между показателями v, CBR и $c_{_{\!\mathit{H}}}$ [18]

Можно ли использовать метод динамической пенетрации для оценки недренированной прочности грунтов?

Ответ на вопрос о возможности использования метода динамической пенетрации для оценки недренированной прочности грунтов можно найти в нескольких работах. В работе [18] авторы предложили зависимость прочности на одноосное сжатие от скорости пенетрации для грунта, стабилизированного известью. С учетом степени вероятностного распределения эта зависимость имеет следующий вид:

$$\lg c_{\nu} = 3,56 - 0,807 \lg v,$$
 (20)

– скорость пенетрации.

График одной из подобных зависимостей показан на рис. 7.

Используются ли на практике другие виды динамического зондирования?

На рисунке 8 показан легкий пенетрометр с пробоотборником для динамического зондирования на небольбивного пенетрометра (SPT).

В середине 70-х годов прошлого столетия в СССР был предложен метод ударно-вибрационного зондирования песчаных и глинистых грунтов [6]. Сущность метода заключается в том, что конический наконечник погружается в грунт с помощью ударно-вибрационного устройства (вибромолота) без вдавливающей нагрузки, в отличие от статического зондирования. В процессе погружения зонда записывается скорость погружения наконечника, м/с. Диаметр наконечника 110 мм, угол наклона при вершине 60°. Ударно-вибрационное зондирование по своей сущности подобно динамическому зондированию, но этот метод имеет более широкое применение, так как позволяет проводить испытания песков различного происхождения и глинистых грунтов, содержащих крупнообломочный материал до 15%.

Разница между динамическим и ударно-вибрационным зондированием заключается в том, что в первом случае удары наносятся с частотой не бо-

шую глубину. Фактически он является уменьшенной копией стандартного за-

Рис. 8. Динамический пенетрометр компании Durham Geo Slope Indicator [27]

лее 25-30 ударов в минуту, а во втором с частотой 300-1200 ударов в минуту [6]. Производительность ударно-вибрационного зондирования в 1,5-1,4 раза выше производительности динамического зондирования.

Несмотря на это обстоятельство, до сих пор нет норм на ударно-вибрационное воздействие, о чем с большим сожалением отмечали еще в 1979 году Б. Ребрик и В. Вишневский.

Совпадают ли данные испытаний, полученные различными методами зондирования?

Данные стандартных испытаний зондом с пробоотборником (SPT) имеют следующую корреляционную связь с данными испытаний зондом с наконечником:

$$lgv = -1.05 + 2.03 lgSPT,$$
 (21)

где SPT — количество ударов, необходимое для погружения зонда на глубину 305 мм.

Уравнение (21) действительно для значений SPT >30 ударов/305 мм.

На рисунке 9 приведен график, связывающий результаты определения скорости пенетрации по данным испытаний двумя названными методами.

В какой последовательности проводятся испытания портативным зондом с коническим наконечником?

Испытания выполняются с поверхности грунта, насыпи, дна котлована или в скважине диаметром, превышающим диаметр наконечника. Глубина скважины зависит от суммарной длины стержней, входящих в комплект поставки зонда. Скважина может быть выполнена ручным буром. Опыт показывает, что испытания в скважине можно проводить до глубины 4-5 м.

Испытания проводятся в следующей последовательности.

- 1. Надо собрать пенетрометр необходимой длины, поставить на поверхность грунта опорное кольцо и вставить в него наконечник. В случае использования скважины до начала испытания следует удалить грунт из ее забоя и опустить в нее удлинительный стержень пенетрометра. Необходимо следить за тем, чтобы наковальня находилась выше устья скважины.
- 2. Необходимо обеспечить вертикальное положение пенетрометра и сохранять его в процессе всего испытания. При испытании в скважине не до-



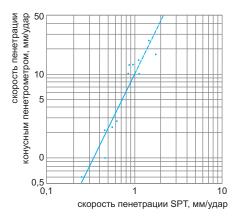


Рис. 9. Зависимость между скоростью пенетрации при стандартных пенетрационных испытаниях (SPT) и скоростью пенетрации при испытаниях конусным пенетрометром [14]

пускается изгиб стержня и касание им стенок скважины.

- 3. До начала испытаний следует вдавить пенетрометр в грунт или иной исследуемый материал так, чтобы наконечник полностью в него погрузился.
- 4. Сохраняя вертикальное положение пенетрометра, надо поднять молот на высоту 400 мм и отпустить так, чтобы он упал на наковальню. Подсчитать количество ударов, необходимое для погружения конуса на 150 мм. Обычно считают количество ударов, приходящихся на 10 мм погружения наконечника, так как на стержне сделана насечка со шкалой 10 мм. В некоторых случаях подсчитывают количество ударов, а глубину погружения наконечника измеряют. В этом случае для плотных грунтов глубину погружения определяют для каждых 5-10 ударов, а для относительно слабых грунтов — для каждых 1-2 ударов (второй метод предпочтителен также для случая определения границ между слоями с различной плотностью или для выделения слоев грунта). При испытаниях жестких гранулированных материалов в виде плотного песка, гравия, щебня или стабилизированного известью глинистого грунта скорость пенетрации может быть менее 0,5 мм/удар. Для случая, когда при 20 последовательных ударах погружение наконечника отсутствует (не измеряется), полагают, что пенетрация отсутствует. Поэтому этот слой проходят скважиной и продолжают испытания обычным образом.
- 5. Если необходимо, следует выполнить второй или второй и третий этапы зондирования, погружая конус на 150 мм на каждом из них.
- 6. Далее испытания повторяются (с п. 1 по п. 6) в другом месте.

Как определить компрессионный модуль деформации, используя результаты динамических испытаний?

Для определения компрессионного модуля деформации E_{oed} по результатам динамических испытаний можно использовать рекомендации Приложения G Еврокода 7 [11], используя следующее выражение:

$$E_{ocd} = w_1 p_a \left(\frac{\dot{\sigma_{vo}} + 0.5\Delta \dot{\sigma_{v}}}{p_a} \right)^{w_2}, \quad (22)$$

где w_1 — коэффициент жесткости; w_2 — экспонента жесткости (w_2 = 0,5 для песчаных грунтов с коэффициентом однородности $C_U < 3$; w_2 = 0,6 для глинистых грунтов с числом пластичности $I_p \le 10$ и влажностью на границе текучести $w_L \le 35$); σ^*_{vo} — эффективное вертикальное напряжение от собственного веса грунта под подошвой фундамента или на любой глубине ниже нее; $\Delta\sigma^*_v$ — эффективное вертикальное напряжение от внешней нагрузки под подошвой фундамента или на любой глубине ниже нее; p_a — атмосферное давление.

Значения коэффициента жесткости w_1 определяются из следующих выражений:

- 1) для плохо сортированных песчаных грунтов ($C_U \le 3$) выше уровня грунтовых вод:
- а) при использовании легкого пенетрометра и диапазоне применения $4 \le N_{10L} \le 50$:

$$w_1 = 214 \lg N_{10L} + 71;$$
 (23)

б) при использовании тяжелого пенетрометра и диапазоне применения 3 $\leq N_{10H} \leq 10$:

$$W_1 = 249 \lg N_{10H} + 161;$$
 (24)

- 2) для глинистых грунтов с низким числом пластичности $(0,75 \le I_L \le 1,30)$ и выше уровня грунтовых вод:
- а) при использовании легкого пенетрометра и диапазоне применения $6 \le N_{\text{tot}} \le 19$:

$$w_1 = 4N_{10H} + 30; (25)$$

б) при использовании тяжелого пенетрометра и диапазоне применения 3 $\leq N_{10H} \leq 13$:

$$w_1 = 6N_{10H} + 50. (26)$$

Упругий модуль песчаного грунта E_s может быть определен из SPT-испытаний с помощью выражения

$$E_s = 9.4N^{0.87}\sqrt{d}(1+0.4\frac{h}{d}),$$
 (27)

где N — среднее количество ударов молота массой 63,5 кг, падающего с высоты 76 см, для погружения конуса в толщу грунта на 30 см (зонд погружается в грунт на 45 см, а удары считаются на последних 30 см); d — диаметр зонда; h — глубина погружения зонда.

Выражение (27) было получено на основании данных из литературных источников и наблюдений за начальными осадками без учета энергии молота. Альтернативные выражения для определения модуля упругости чистых песков или гравия имеют вид:

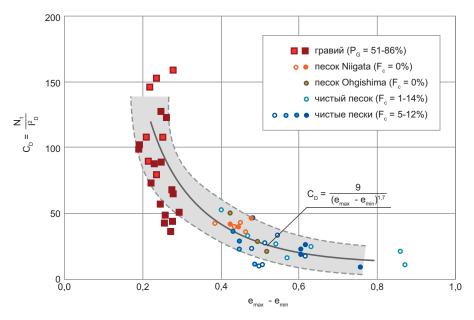


Рис. 10. Зависимость между $N_{\scriptscriptstyle 1}/I_{\scriptscriptstyle D}$ и изменением коэффициента пористости

1) для переуплотненных песков (OCR > 1):

$$E_m = 420 + 10N_{ove};$$
 (28)

2) для нормально уплотненных песков (OCR = 1):

$$E_{m} = 194 + 8N_{ave}, (29)$$

где N_{ave} — среднее количество ударов на глубине h=b ниже подошвы фундамента, где b — ширина подошвы фундамента.

Как определить степень плотности песчаных грунтов?

Степень плотности I_D явным образом характеризует деформируемость и прочность песчаных грунтов. Чем больше его значение, тем больше модуль деформации и характеристики прочности $(j\ u\ c)$, и наоборот. Если найти коэффициент относительной плотности для песчаных грунтов естественной структуры в полевых условиях, то затем можно провести лабораторные испытания при найденной плотности и получить значения модулей деформации и характеристик прочности, соответствующие полевым:

$$I_D = \frac{e_{\text{max}} - e_o}{e_{\text{max}} - e_{\text{min}}},$$
 (30)

где $e_{_o}$ — коэффициент пористости в естественных условиях залегания песчаных грунтов; $e_{_{max}}$, $e_{_{min}}$ — соответственно максимальное и минимальное значения коэффициента пористости.

В 1957 году Г. Мейерхов [19] предложил следующую эмпирическую зависимость между нормализованным значением параметра N из SPT-испытаний и степенью плотности чистого песка I_D :

$$I_D = \sqrt{\frac{N_1}{17 + 24x\sigma_y^{'}/98}}, \qquad (31)$$

где N_1 — количество ударов из SPT-испытаний при рассеивании 60% энергии; σ'_{ν} — напряжение от собственного веса грунта.

Учитывая, что сопротивление пенетрации зависит от размера и формы зерен песка, М. Кубриновски и К. Ишихара [9] провели испытания образцов песка, отобранных методом замораживания, и SPT-испытания тех же грунтов и предложили следующую эмпирическую корреляционную зависимость:

$$I_D = \left\{ \frac{N_1 (e_{\text{max}} - e_{\text{min}})^{1,7}}{9} \left(\frac{98}{\sigma_v'} \right) \right\}^{1/2}. (32)$$

Выражение (32) позволяет связать сопротивление пенетрации и степень

плотности для широкого ряда сыпучих грунтов (от гравелистых до пылеватого песка). Из рисунка 10 видно, что разброс данных для гравелистых грунтов больше, чем для песчаных.

Список литературы

- 1. ГОСТ 19912-2001. Грунты. Метод полевых испытаний статическим и динамическим зондированием. М.: Госстрой России, МНТКС, 2001.
- 2. ГОСТ 19912-81. Грунты. Метод полевого испытания динамическим зондированием. М.: Госстрой СССР, 1980.
- 3. ГОСТ 22733-77. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. М.: Госстрой СССР, 1977.
- 4. Abu-Farsakh M.Y., Alshibli K., Nazzal M., Seyman E. Assessment of in situ test technology for construction control of base courses and embankments / Technical report № FHWA/LA.04/385. USA: Louisiana Transportation Research Center, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2001. 143 p.
- 5. ASTM D1586-08a. Standard test method for standard penetration test (SPT) and split-barrel sampling of soils. The American Society for Testing and Materials (ASTM), 2008.
- 6. *Ребрик Б.М.*, *Вишневский В.Ф.* Ударно-вибрационное зондирование грунтов. М.: Стройиздат, 1979. 88 с.
- 7. ASTM D1883-99. Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils. The American Society for Testing and Materials (ASTM), 2002.
- 8. *Burnham T., Johnson D.* In situ foundation characterization using the dynamic cone penetrometer / Report № 93-05. Minnesota Departament of Transportation, 1993. 21 p.
- 9. *Cubrinovski M., Ishihara K.* Correlation between penetration resistance and relative density of sandy soils / 15th Int. Conf. on Soil Mech. and Geot. Eng. Istanbul, 2001. P. 393–396.
- 10. *De Beer M.* Use of dynamic cone penetrometer (DCP) in the design of road structures / Geotechnics in African Environment. Blight et al. (Eds). London: Taylor and Francis, 1991. P. 167–176.
- $11.\ EN\ 1997-2:2007-10.\ Eurocode\ 7.\ Geotechnical\ design.\ Ground\ investigation\ and\ testing.\ 2007.$
- 12. *Harrison J.A.* Correlation of CBR and dynamic cone penetrometer strength measurement of soils // Australian Road Research. 1986. V. 16. № 2. P. 130–136.
- 13. *Heukelom W., Klomp A.J.G.* Dynamic testing as means of controlling pavements during and after construction / Proceedings of the First International Conference on Structural Design of Asphalt Pavement. Michigan, USA: University of Michigan, 1962.
- 14. *Ishai I., Livneh M.* The relationship between in situ CBR test and various penetration tests / Proc. 1t Int. Conf. on Penetration Testing. Orlando, Fl, 1988. P. 445-452.
- 15. *Kleyn E.G.* The use of the dynamic cone penetrometer (DCP) / Report 2/74. South Africa, Pretoria: Transvaal Roads Department, 1975. 35 p.
 - 16. library.stroit.ru/articles/control/plotnomer3.htm.
- 17. *Livneh M., Ishai I., Livneh N.* Effect of vertical confinement on dynamic cone penetrometer strength values in pavement and subgrade evaluations / Transportation research record 1473. TRB. USA, Washington DC: National Research Council, 1995. P. 1–8.
- 18. *McElvaney J., Djatnika I*. Strength evaluation of lime-stabilized pavement foundations using the dynamic cone penetrometer // Australian Rd. Res. 1991. V. 21. № 1. P. 40–52.
- 19. $Meyerhof\ G.G.$ Discussion on research on determining the density of sands by penetration testing / Proc. 4-th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Eng. London, 1957. V. 3. P 110
- 20. *Pen C.K.* An assessment of the available methods of analysis for estimating the elastic moduli of road pavements / Proc. of Third Int. Conf. on Bearing Capacity of Roads and Airfields. Trondheim, 1990.
- 21. Powell W.D., Potter J.F., Mayhew H.C. et al. The structural design of bituminous roads / TRRL Laboratory Report LR 1132. Crowthorne, UK: Transport Research Laboratory 1984. P. 62.
- 22. *Smith R.B., Pratt D.N.* A field study of in situ California Bearing Ratio and dynamic cone penetrometer testing for road design investigations // Australian Road Research. 1983. V. 13. № 4. P. 285–294.
- 23. Webster S., Grau R., Williams T. Description and application of dual mass dynamic cone penetrometer / Instruction report GL-92-3. USA, Washington: Department of the U.S. Army «Waterways Experiment Station (WES)», 1992. 50 p.
- 24. *Трофименков Ю.Г., Воробков Л.Н.* Полевые методы исследования строительных свойств грунтов. М.: Стройиздат, 1981. 215 с.
- 25. *Мариупольский Л.Г.* Исследования грунтов для проектирования и строительства свайных фундаментов. М.: Стройиздат, 1989. 199 с.
 - 26. www.dot.il.gov.
 - 27. www.durhamgeo.com/testing/soils/field-testing-dynconepen.html.
 - 28. www.dot.il.gov/materials/research/pdf/ptad7.pdf.



Установка трехосного сжатия предназначена для определения характеристик прочности и деформируемости дисперсных грунтов по результатам испытаний образцов грунта в соответствии с российскими и зарубежными стандартами.

Осевая нагрузка может быть как статической, так и кинематической, с постоянной скоростью деформаций от 0,001 до 5 мм/мин.

Всестороннее обжатие образца производится жидкостью при помощи гидравлического компенсатора. Управление всесторонним давлением, поровым давлением, противодавлением производится при помощи специализированного устройства. Испытания проводятся в автоматическом и полуавтоматическом режимах под управлением компьютера.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Геометрические размеры исследуемого образца:

диаметр — 38, 50 мм,

высота — 76, 100 мм.

Нормальное давление на образец от 0 до 20 МПа. Всестороннее давление от 0 до 2 МПа.

Поровое давление от 0 до 2 МПа.

Максимальная вертикальная деформация образца 24 мм. Погрешность измерения вертикальной деформации образца $\pm 0,2$ %. Максимальная измеряемая объемная деформация образца 50 см³.

Погрешность измерения объемной деформации образца (от первоначального объема) ±0,03%.

Технические характеристики могут быть изменены по индивидуальному заказу.

ООО «НПП «Геотек»

440068, г. Пенза, ул. Центральная, дом 1 **Телефон/факс:** +7 (8412) 38-17-44 **E-mail:** info@geoteck.ru; www.geoteck.ru

МАКСИМОВИЧ Н.Г.

Заместитель директора по научной работе Естественно-научного института Пермского государственного университета, nmax@psu.ru

ВОРОНЧИХИНА Е.А.

Старший научный сотрудник Естественно-научного института Пермского государственного университета

пьянков с.в.

Директор ГИС Центра Пермского государственного университета, psv@psu.ru

ПЕРВОВА М.С.

Аспирант геологического факультета
Пермского государственного университета, maria.pervova@mail.ru

ШАВНИНА Ю.Н.

Доцент Пермского государственного университета, shavninaj@psu.ru

MAXIMOVICH N.G.

Deputy director for scientific work of the Institute of Natural Sciences of Perm State University, nmax@psu.ru

VORONCHIHINA E.A.

Senior stuff scientist of the Institute of Natural Sciences of Perm State University

PYANKOV S.V.

The director of the GIS Center of Perm State University, psv@psu.ru

PERVOVA M.S.

Postgraduate student of the geology department of Perm State University, maria.pervova@mail.ru

SHAVNINA J.N.

Associate professor of Perm State University, shavninaj@psu.ru



ОЦЕНКА МОЩНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩА С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ESTIMATION OF THICKNESS AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WATER-STORAGE RESERVOIR BOTTOM SEDIMENTS USING GEOINFORMATION MODELING

Ключевые слова: геоинформационное моделирование; Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей; мощность донных отложений; экологическая оценка; сработка водохранилища.

Аннотация: более трех четвертей водохранилищ мира имеют небольшой объем (менее 100 млн м³). При хозяйственном использовании таких водохранилищ часто возникают проблемы, связанные с процессами заиливания и эвтрофикации. В связи с этим существует необходимость периодической очистки их дна. В статье приведена оценка мощности и качества донных отложений Нижнезырянского водохранилища, расположенного в границах Верхнекамского месторождения калийномагниевых солей. Для оценки мощности сравнивались данные топосъемки первичного ложа и промеров современных глубин. Были смоделированы процессы сработки водохранилища и оценки распределения объемов донных отложений, а также было произведено зонирование дна по степени экологической опасности.

Key words: geoinformation modeling; Upper-Kama Potash-Magnesium Salt Deposit; bottom sediments thickness; ecological evaluation; water-storage reservoir drawdown.

Abstract: More than three fourth of water-storage reservoirs in the world have small volumes (less than 100 million m³). Problems caused by siltation and eutrophication often occurs during economic use of such reservoirs. In this connection there is a need for periodic clearing their bottom. The article evaluates thickness and quality of the bottom sediments of the Nizhnezyriansk water-storage reservoir located within the Upper-Kama Potash-Magnesium Salt Deposit. To estimate the thickness the authors compared the topographic surveying data of the primary bed and measurements of the modern depths. Drawdown of the water-storage reservoir and estimation of the bottom sediments volumes distribution were modeled. And zoning the bottom by the ecological hazard degree was performed.





Рис. 1. Нижнезырянское водохранилище со стороны нижнего бьефа

ервые рукотворные водные объекты водохранилища — созданы человеком свыше трех тысячелетий назад. В настоящее время они стали обычными элементами окружающей среды и необходимыми объектами хозяйственной деятельности. Большая часть водохранилищ (79%) относится к категории небольших и малых, имеющих полезный объем менее 100 млн M^3 [1]. Это весьма специфические природно-хозяйственные объекты, существенно выделяющиеся на фоне прочих как по хозяйственному предназначению, так и по природным особенностям. В отличие от крупных, часто оказывающих негативное воздействие на гидроклиматический режим регионов, малые водохранилища практически не влияют на прилегающие территории. Хозяйственное же значение их огромно, в первую очередь как источников водоснабжения, рыборазведения, рекреационной деятельности [3].

Малые водохранилища сравнительно быстро адаптируются в природной среде и начинают развиваться по ее естественным законам, не всегда в желательном с хозяйственной точки зрения направлении. Наиболее острой проблемой, осложняющей хозяйственное использование малых водохранилищ, является их заиливание с последующей эвтрофикацией и утратой экологического статуса. Данный процесс является следствием замедленного относи-



Рис. 2. Обезвоженный участок акватории Нижнезырянского водохранилища



Рис. 3. Снижение уровня воды в водохранилище привело к активации водно-эрозионной деятельности на осушенном участке

Характеристика	донных отложений зон эколо	гической опасности в	границах Нижнезырянского
водохранилища і	и рекомендации по их исполь	зованию	

Зона	Категория загрязнения, физико-химические показатели состояния грунтов [11]	Объем донных отложений, тыс. м ³	Рекомендации по использованию грунтов в соответствии с нормативными документами [5, 11]
I	Бактериологическое и химическое загрязнение не выявлено. Грунты супесчаные, pH>7,0	600	Для всех видов использования, в том числе для улучшения структуры и снижения кислотности тяжелых глинистых кислых почв
II	Бактериологическое загрязнение обусловлено распространением кишечной палочки, соответствует уровню «умеренно опасное»; индекс БГКП>100. Химическое загрязнение на уровне «умеренно опасного» по суммарной нагрузке — Zc>16, но <32. Грунты суглинистые, pH>7,0	2500	После дезинфекции допускается использование для засыпки котлованов и выемок на промышленно- урбанизированных территориях для создания зеленых зон с подсыпкой с поверхности слоя чистых почв мощностью не менее 0,2 м
III	Бактериологическое загрязнение отсутствует. Химическое загрязнение на уровне «опасного» — Zc>32; токсичность грунтов 3. Грунты легкосуглинистые, pH>7,0	280	Использование под отсыпку котлованов, выемок при строительных работах и благоустройстве на территориях озеленения с перекрытием слоем почв мощностью не менее 0,5 м
IV	Бактериологическое загрязнение: гельминты, кишечная палочка, широкий лентец (соответствует уровню «опасное»). Индекс БГКП>100. Химическое загрязнение на уровне «опасного» — Zc>32; токсичность грунтов 3. Грунты супесчаные, pH>7,0	120	Вывоз с утилизацией на спецполигонах или захоронение после обязательной дезинфекции

тельно питающих водохранилище речных водотоков водообмена в чаше водохранилища и ведет к накоплению донных отложений, поэтому малые водохранилища нуждаются в периодической очистке.

Несколько десятилетий назад проблема решалась достаточно просто и даже с определенным экономическим эффектом. Донные отложения из-за их повышенной органотрофности использовались в качестве удобрений для повы-

шения продуктивности сельхозугодий [10]. В настоящее время их использование для этих целей осложнено необходимостью оценки их экологического состояния на предмет соответствия илов санитарным нормам [8]. Поэтому извле-

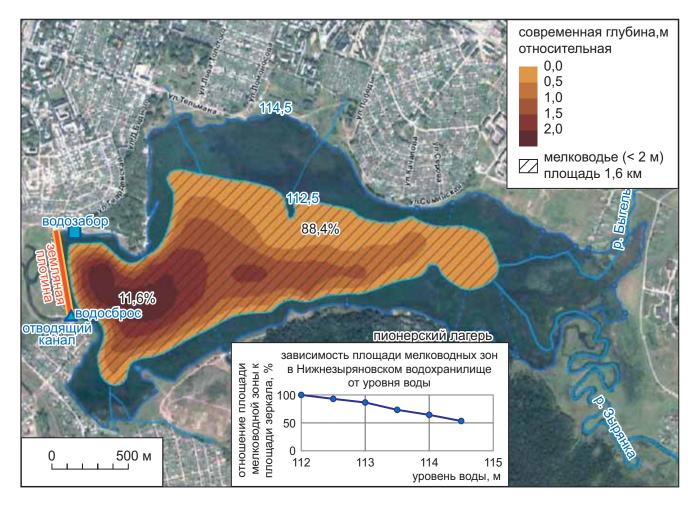


Рис. 4. Формирование мелководий после частичного осущения водохранилища



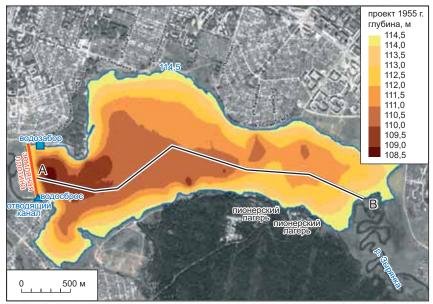
ченные отложения обычно складируются в гидроотвалы, занимающие большие площади и требующие дополнительных затрат на рекультивацию. Для оптимизации процесса требуется дифференцированный подход к расчету объемов накопленных донных отложений с оценкой их качества [15] и возможностей хозяйственного использования.

Особую остроту данные вопросы имеют в старых горнопромышленных регионах (таких как Пермский край), типичной чертой которых является большое количество малых водохранилищ, созданных для промышленных и хозяйственно-бытовых целей. В Пермском крае насчитывается около 1400 рукотворных водоемов, созданных для хозяйственных целей. Многие из них эксплуатируются с XIX века и требуют безотлагательной экологической реабилитации [2], неизбежным результатом которой будет образование громадного объема донных отложений. Так, принятие в 2009 году решения об очистке одного из старейших в крае 250-летнего Нытвенского водохранилища показало, что только для этого небольшого по размеру водоема объем подлежащих извлечению илов составит не менее 7,4 млн м³. Вопрос об их утилизации пока не решен. Совершенно очевидно, что рациональное решение может быть принято только после дифференцированной оценки качества накопленных отложений с учетом их территориального размещения и мощности.

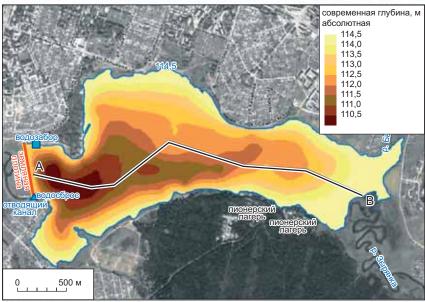
Опыт такой оценки имел место при решении проблемы снижения уровня Нижнезырянского водохранилища, расположенного в границах Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (над выработанным пространством соляных шахт) в непосредственной близости от крупного промышленного центра Пермского края города Березники. Аварийная ситуация привела к затоплению одного из рудников и образованию крупного провала в промышленной части города в непосредственной близости от водохранилища, создавая реальную угрозу для его существования (рис. 1). Во избежание катастрофических процессов было начато снижение его уровня, а в перспективе был поставлен вопрос о его полном спуске. В этой связи возникла необходимость в сжатые сроки оценить экологические последствия ликвидации данного водоема [6, 7, 12].

Нижнезырянское водохранилище было создано в 1954—1956 годах для водоснабжения активно растущего промышленного центра — г. Березники.

Цифровая модель рельефа дна по проекту 1955 г.



Цифровая модель рельефа дна по данным полевых работ



Современная мощность донных отложений, м

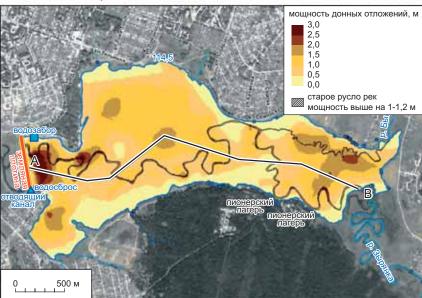


Рис. 5. Расчет мощности донных отложений Нижнезырянского водохранилища

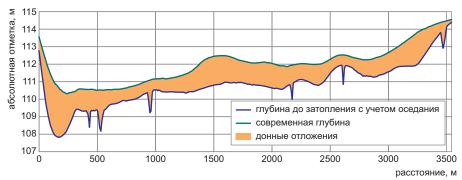


Рис. 6. Продольный профиль дна Нижнезырянского водохранилища по линии A-B

За полувековой период существования искусственно созданный водоем вписался в естественный ландшафт, став главной достопримечательностью зеленой зоны города и местом отдыха населения. У водохранилища выработался «профиль равновесия», сформировалась прибрежная отмель, стабилизировался уровень вод. Площадь водного зеркала в сложившемся стабильном состоянии при нормальном подпоре с абсолютной отметкой поверхности 114,5 м составила 3,65 км², объем водной массы — 6,9 млн м³. Данных об объеме донных отложений в акватории водохранилища на период аварийной ситуации не было, но именно от них потенциального источника вторичного загрязнения природной среды — ожидались наиболее неблагоприятные экологические последствия, ставшие очевидными после осущения верхней части акватории (рис. 2).

Негативные экологические последствия понижения уровня воды в водохранилище с частичным обнажением его днища проявились очень быстро, в течение нескольких недель. Этому способствовала высокая температура воздуха (водосброс производился в летний

период). Обсыхающие донные отложения стали источником распространения резкого гнилостного запаха, появления большого количества синантропных насекомых — разносчиков инфекций. Последовавшее за снижением уровня воды изменение местного базиса эрозии для питающих водохранилище водотоков привело к активизации поверхностных водно-эрозионных процессов, нарушающих орографическую стабильность на значительной площади. Данная тенденция проявилась на обезвоженных участках практически сразу (рис. 3).

Подсыхая, донные отложения стали источником пыли, загрязняющей санитарно-защитную зону пруда и прилегающую урбанизированную территорию. Первичный анализ гранулометрического состава иловых масс позволил оценить пылевой потенциал осушаемой акватории в 40 тыс. т. Поскольку донные отложения формировались в условиях промышленной нагрузки, образовавшаяся пыль насыщена загрязняющими ингредиентами, в том числе тяжелыми металлами. В силу сложившейся розы ветров, их скорости и повторяемости наиболее высокая прогно-

собствовала высокая температура воздуха (водосброс производился в летний вторяемости наиболее высокая прогновторяемости наиболее высокая на прогновторяемости наиболее высока на прогнов на прогнов на пределения на прогнов на прогнов на прогнов на пределение на пределение на прогнов на пределение на пределение на пределение на пре

Рис. 7. Зонирование акватории водохранилища по степени экологической опасности

зируемая нагрузка ожидается на северном побережье водохранилища с расположенной на нем селитебной зоной.

Резкое ухудшение экологической ситуации потребовало ускоренного расчета объемов и качества накопленных донных отложений для принятия решения об их утилизации. Постановка данной задачи осложнилась местными особенностями илонакопления. Значительная часть ложа водохранилища сложена 3-8-метровой толщей торфа, что существенно увеличило, несмотря на относительную молодость водоема, общую мощность иловых отложений и затруднило ее определение обычными дистанционными методами с использованием эхолота, георадара или профилографа. Поэтому был применен новый подход к пространственному цифровому моделированию. Его реализация оказалась возможной благодаря сохранившимся данным топогеодезической съемки первичного ложа водохранилища, которые позволили с высокой точностью оценить уровень нижней границы залегания донных отложений (использовались данные о рельефе дна до затопления водохранилища с учетом снижения отметок ложа по данным изолинейных карт оседания поверхности вследствие разработки месторождения). Верхняя граница была определена путем натурного промера современных глубин.

Для расчета мощности осушаемых донных отложений было выполнено моделирование процесса сработки водоема. Основой для решения задач, связанных с этим процессом и с определением мощности отложений, стало построение цифровой модели рельефа (ЦМР) современного дна Нижнезырянского водохранилища. В качестве исходных данных для этого были взяты результаты специально выполненной батиметрической съемки.

Главная проблема пространственного моделирования в ГИС — это построение наиболее адекватной из возможных поверхностей на основе существующих опорных точек. Для ее решения необходимо выбрать метод интерполяции исходных данных, учитывающий тематическую особенность поставленной задачи. Поэтому был проведен анализ использования детерминированных и геостатистических методов интерполяции [4, 9, 13, 14]. Для поиска оптимальной ЦМР был использован метод сравнения. При сравнении полученных моделей с оптимизированными параметрами было выявлено, что наилучшим образом исходную поверхность рельефа дна водо-



хранилища интерполирует метод ординарного кригинга. Полученная при этом модель учитывает как детерминированный тренд в рельефе дна, описываемый локальными полиномами 3-й степени, так и локальные вариации рельефа. Модель имеет наименьшую среднеквадратичную ошибку при перекрестной проверке и минимальные средние ошибки кригинга.

На основе этой модели были разработаны алгоритмы моделирования процесса сработки Нижнезырянского водохранилища (рис. 4) и оценки пространственного распределения объемов донных отложений с учетом первичного рельефа днища водоема и оседания его части над выработанным пространством шахт (рис. 5, 6).

Модель пространственного распределения донных отложений легла в основу выбора точек отбора проб для оценки экологического состояния отложений. Выбор оценочных показателей, включающий санитарно-гигиенические и физико-химические характеристики, был произведен в соответствии с нормативно-законодательными документами, регулирующими возможность использования природно-техногенных отложений для хозяйственных целей [5, 11–15]. Выявленная в резуль-

тате исследования неоднородность условий залегания, мощности и качества донных отложений позволила провести зонирование водохранилища по степени их экологической опасности (рис. 7, табл. 1).

Всего было выделено четыре зоны, донные отложения которых существенно различаются по химическим и санитарно-гигиеническим показателям. Наиболее благополучна в экологическом отношении зона І. Формирование донных отложений в ее границах происходило с наименьшим уровнем антропогенной нагрузки, поскольку в территориальном плане эта часть водохранилища находится выше по течению от водослива с городских объектов. Была выявлена токсичность отложений на уровне низкой [11], санитарно-гигиенические показатели оказались в норме, бактериологического загрязнения установлено не было. Благоприятны были и агрохимические показатели. Грунты этой зоны по сравнению с другими участками водохранилища характеризуются наибольшей обеспеченностью органическим веществом (5-8%) и подвижными формами биогенных элементов, а также слабощелочным рН. Значительный объем накопленных в данной зоне донных отложений (600 тыс. м³) и показатели их экологического состояния позволяют рекомендовать их использование в агрохозяйственных целях для улучшения структуры, повышения плодородия и снижения кислотности тяжелых глинистых кислых почв, широко развитых в рассматриваемом регионе.

В зоне II имеет место бактериологическое и химическое загрязнение донных отложений, обусловленное распространением кишечной палочки в сочетании с химическим загрязнением. Оба вида загрязнения, оцененные в совокупности, соответствуют уровню «умеренно опасное» [11], поэтому экологическое состояние данного ареала в соответствии с оценочными критериями может рассматриваться как относительно удовлетворительное. Грунты с умеренно опасным загрязнением характеризуются средней токсичностью по геоинформационной оценке и имеют объем 2500 тыс. м³. По действующим нормативам после дезинфекции допускается их использование для засыпки котлованов и выемок на промышленно-урбанизированных территориях для создания зеленых зон с подсыпкой с поверхности слоя чистых почв мощностью не менее 0,2 м [11]. В случаях, когда дезинфекция невоз-



Демонстрация геофизической аппаратуры и методик:

Приглашаем разработчиков оборудования и авторов новых методик в области инженерной геофизики продемонстрировать собственные разработки и аппаратуру на экспериментальном полигоне. Полученные результаты вы сможете показать и сравнить на конференции в рамках «круглого стола»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОФИЗИКА-2011

Конференция и Выставка

В рамках мероприятия состоятся:

Научно-практическая конференция Курсы лекций по актуальным вопросам Коммерческие презентации Выставка Экскурсия Книжная ярмарка

www.eage.ru

Окончание приема тезисов докладов 1 марта 2011 г.

25-29 апреля 2011 г. Россия, г. Москва гостиница «Салют»

Контактная информация

EAGE Moscow Office Tel.: +7 495 6619285 Fax: +7 495 6619286 E-mail: eg@eage.ru можна, весь объем отложений подлежит захоронению.

Зона III выделяется в границах изучаемого объекта отсутствием бактериологического загрязнения, но имеет высокий уровень химического загрязнения, в связи с чем донные отложения не могут использоваться для агрохозяйственных целей. Показатель суммарного загрязнения Zc достигает здесь значений, соответствующих градации «опасный уровень загрязнения» [5, 11], в связи с насыщенностью илов тяжелыми металлами I класса экологической опасности. Индекс токсичности грунтов достигает 3 единиц. Согласно санитарно-гигиеническим нормативам такие отложения могут использоваться в промышленных целях для засыпки котлованов, выемок при строительных работах и благоустройстве. Весьма ограниченно допускается использование их на территориях городского озеленения с перекрытием слоем почв мощностью не менее 0,5 м.

Наиболее неблагополучна экологическая ситуация в зоне IV, представленной двумя участками — северным и юго-западным (рис. 7). Донные отложения первого (северного) участка формируются под влиянием стоков с городской территории и расположенных на ней промышленных объектов. Они насыщены техногенными включениями, выделяются на общем фоне высоким содержанием органического вещества. Экологические показатели качества илов юго-западного участка зоны IV являются следствием ее размещения в нижнем бьефе водохранилища с наиболее застойным водным режимом и наибольшей мощностью отложений. Оба вида загрязнения химическое и микробиологическое в границах данной зоны соответствуют уровню «опасное». Повышенная опасность загрязнения является следствием высокого содержания в донных отложениях химических элементов I класса экологической опасности — цинка, свинца, кадмия (свыше 10 ПДК). Значение показателя Zc достигает 72 единиц. На фоне химического загрязнения высок уровень санитарно-эпидемиологического неблагополучия. Здесь выявлено наличие кишечной палочки, широкого лентеца, гельминтов. Нормативно предусмотренные мероприятия ограничивают хозяйственное использование таких грунтов их обязательной дезинфекцией с последующим вывозом и захоронением на специально предназначенных для этих целей полигонах.

Таким образом, из общей массы донных отложений, подлежащих извлечению и последующей утилизации (3,5 млн т), реальную экологическую опасность, из которой вытекает невозможность их хозяйственного использования, имеют всего 120 тыс. т. Данный объем сконцентрирован в границах IV экологической зоны и подлежит захоронению после его извлечения. Донные отложения прочих экологических зон могут быть использованы для хозяйственных целей, предусмотренных нормативными документами [11].

Заключение

Результаты исследования показали, что сочетание методов геоинформационного моделирования пространственных особенностей распределения донных отложений малых водохранилищ с оценкой их экологического состояния позволяет оптимизировать процесс утилизации донных отловать

жений при необходимости дноуглубительных работ и очистке водных объектов от заиления. Учитывая широкое распространение малых водохранилищ, необходимость периодической очистки которых от продуктов аккумуляции приводит к значительному увеличению объема отходов, нуждающихся в захоронении, использованный методический подход при проведении инженерно-гидрогеологических и инженерно-экологических изысканий может служить основой для принятия экономически эффективных дифференцированных решений в экологическом проектировании. 🎨

Настоящая работа была подготовлена при поддержке гранта РФФИ 10-05-96017 р_урал_а «Теоретические основы создания искусственных геохимических барьеров для защиты окружающей среды при освоении природных ресурсов Западного Урала».

Список литературы

- 1. Авякан А.В., Салсанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища. М.: Мысль, 1987. 325 с.
- 2. Венецианов Е.В., Лепихин А.П. Физико-химические основы моделирования миграции и трансформации тяжелых металлов в природных водах / под науч. ред. А.М. Черняева. Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ, ФГУП КамНИИВХ, 2002. 236 с.
- 3. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду / отв. ред. Г.В. Воропаев, А.Б. Авакян. М.: Наука, 1986. 367 с.
- 4. Калинин В.Г., Назаров Н.Н., Пьянков С.В., Симиренов С.А., Тюняткин Д.Г. Изучение оползневой деятельности на берегах Камского водохранилища с применением ГИС-технологий // Геоморфология. М.: Наука, 2004. Вып. 4. С. 55–62.
- 5. Критерии оценки экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М.: ГКНТ Минприроды, 1992.
- 6. Максимович Н.Г., Ворончихина Е.А., Китаева И.В., Шавнина Ю.Н. Эколого-геохимические проблемы утилизации донных отложений Нижнезырянского водохранилища // Геохимия биосферы: сб. матер. и тез. IV междунар. совещания. Новороссийск, 2008. С. 143–145.
- 7. Максимович Н.Г., Ворончихина Е.А., Китаева И.В., Шавнина Ю.Н. Эколого-хозяйственная оценка условий морфолитогенеза днища Нижнезырянского водохранилища (Пермский край) // Инженерная геология, гидрогеология и геодинамика прибрежных территорий и ложа водохранилищ: матер. междунар. науч.-практ. конф. Пермь, 2008. С. 107–113.
- 8. Попов А.Н., Гневашев М.Г., Сапрыкина А.Ю. Натурные наблюдения за выносом загрязняющих веществ на спущенных прудах сельскохозяйственного использования // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2004. Т. 6. № 3. С. 233.
- 9. Пьянков С.В., Калинин В.Г. К вопросу о точности выполнения картометрических работ традиционными способами и с применением ГИС-технологий // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала: межвуз. сб. науч. тр. Пермь: Перм. ун-т, 2000. С. 50–54.
 - 10. Рэуце К., Кырстя С. Борьба с загрязнением почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 221 с.
- 11. СанПин 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 16.04.2003 г. (с дополнениями от 25.04.2007 г.).
- 12. Шавнина Ю.Н., Максимович Н.Г., Пьянков С.В. Моделирование сработки водохранилища и расчет мощности донных отложений // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2007. № 10. С. 87–93.
- 13. ArcGIS Desktop Developer Guide ArcGIS 9.1. Published by ESRI 380 New York Street Redlands, California 92373-8100. 340 p.
- 14. ArcGIS 9 Geostatistical Analyst. Руководство пользователя. Published by ESRI 380 New York Street Redlands, California 92373-8100, Russian Translation by DATA+, Ltd. 277 р.
- 15. Maximovich N.G., Menshikova E.A., Osovetskiy B.M. Hard technogenic components in alluvium and environment // Proceedings of the 8th International Congress of the International Association of Engineering Geology, Vancouver, 21–25 Sept. 1998. Rotterdam, Brookfield, 2000. P. 4579–4582.



8-й Международный промышленный форум

GEOFORM+

15 – 18 марта 2011

Россия, Москва, ЭЦ «Сокольники»

- > Геодезия
- > Картография
- > Навигация
- > Землеустройство

ОБЪЕДИНЯЕТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ



Геодезия



Картография

Геоинформационные системы



Интеллектуальные

транспортные системы и навигация



Технологии и оборудование для инженерной геологии и геофизики



Технологии и оборудование для строительства тоннелей



Современное управление Situational Awareness Геопортал и геоинтерфейс

Получи пригласительный билет на сайте:

www.geoexpo.ru



Организатор:



Соорганизаторы:

Ассоциация транспортной телематики Ассоциация ГЛОНАСС

Генеральный экспертный партнер выставки:





Генеральный информационный спонсор:



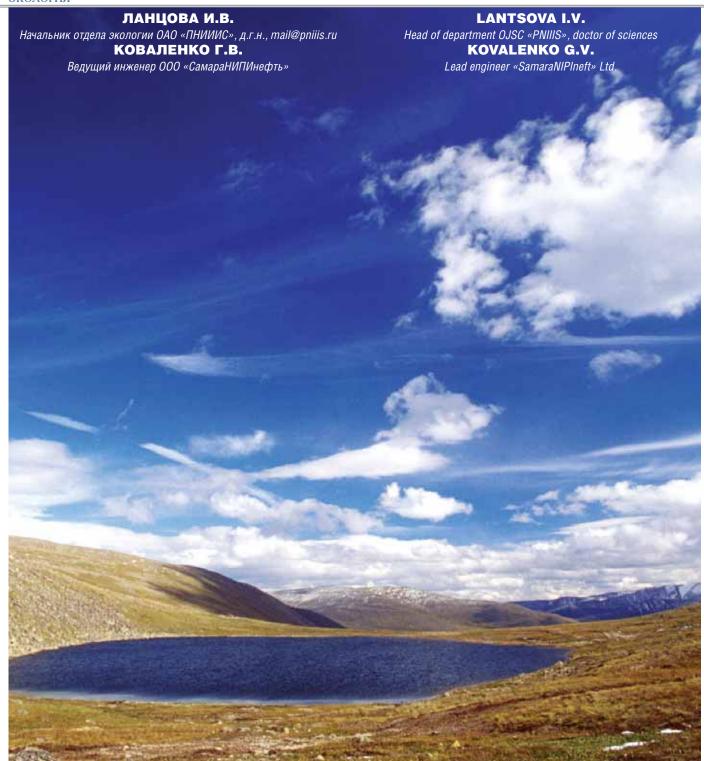
Информационная поддержка:





Дирекция:

- 129164, Россия, г. Москва Зубарев пер., д. 15, стр. 1
- +7 (495) 935 8100
- +7 (495) 935 8101
- zhukov@mvk.ru



ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

ECOLOGICAL RISKS IN ENGINEERING SURVEYS

Ключевые слова: инженерно-экологические изыскания; экологические риски; компоненты природной среды.

Аннотация: в настоящее время инженерные изыскания для строительства переживают крайне сложный период. В статье рассматриваются проблемы изыскательской отрасли, в том числе в сфере инженерно-экологических изысканий, а также дается прогноз развития существующей ситуации.

Key words: engineering-ecological surveys; ecological risks; natural environment components.

Abstract: now engineering surveys for construction are going through an extremely difficult period. The article considers problems of the survey branch including in the engineering-ecological survey field and also gives a forecast of the current situation development.



Специалисты, работающие в сфере инженерных изысканий, в последнее время всё чаще говорят о резком ухудшении ситуации в этой отрасли. Парадокс, но инженерные изыскания, являющиеся базисом для обоснования проектных решений, обеспечивающих безопасность зданий и сооружений, находятся «на грани вымирания». Этому способствует ряд объективных и субъективных причин.

Основными причинами, приводящими к упадку отрасли, по мнению авторов, являются:

- 1) несовершенство законодательной базы в сфере инженерных изысканий (основными законодательными актами, обосновывающими необходимость инженерных изысканий, являются Градостроительный кодекс РФ [1] и Технический регла по безопасности зданий и сооружений [3]);
- 2) фактическое отсутствие критериев оценки качества инженерных изысканий, их полноты и достаточности (так как основные изыскательские документы стали просто нелегитимными и ссылки на них считаются необоснованными);
- 3) некорректное проведение тендерных торгов (при котором финансирование изысканий уменьшается до абсолютно нереальных цен, не позволяющих не только провести изыскания, но даже просто выехать на объект);
- 4) отсутствие единых региональных баз данных результатов инженерных изысканий (что существенно затрудняет составление прогноза развития ситуации и подсчета экологических ущербов, так как они должны базироваться на многолетних статистических данных);
- 5) снижение роли экспертных органов и значительная формализация экспертного рассмотрения материалов инженерных изысканий;
- 6) отсутствие единых требований к материалам, представляемым на экспертизу в различных регионах (в частности, при проведении экологической экспертизы);
- 7) отсутствие рычагов для отказа в выдаче разрешений на отдельные виды изысканий компаниям, предоставившим необходимый пакет документов для вступления в саморегулируемые организации (СРО), но не имеющим достаточной квалификации для проведения изысканий;
- 8) наличие повсеместно существующей практики «узаконенных» взяток, или «откатов», при которой лоббируются интересы отдельных компа-



Рис. 1. Геоэкологическое опробование грунтов



Рис. 2. Сильная антропогенная нарушенность территории

ний, не всегда достаточно профессиональных.

Перечисленные проблемы являются общими для всех видов инженерных изысканий (инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических и инженерно-экологических).

Помимо общих, инженерно-экологические изыскания (ИЭИ) (рис. 1) осложняются еще и рядом специфических проблем.

- 1. Природоохранное законодательство представлено довольно внушительным количеством документов (Федеральные законы «Об охране окружающей среды», «Об охране атмосферного воздуха», Водный кодекс РФ и др.), ни один из которых не дает четкого представления о месте и значении ИЭИ в экологическом обосновании проектов.
- 2. ИЭИ включают многие виды исследований, которые сложно нормиро-

вать без сбора первичной информации о территории проектирования и существующей экологической ситуации. Естественно, что для обоснования необходимых объемов и видов работ, а также общих требований к их проведению (например, к отбору проб компонентов природной среды) существовала довольно обширная нормативно-методическая база, однако деление нормативно-методических документов на документы обязательного и добровольного применения привело к фактическому ее уничтожению.

- 3. Экспедиционные инженерно-экологические изыскания включают следующие виды работ [4]:
- маршрутные наблюдения с покомпонентным описанием природной среды и ландшафтов на территории проектируемого объекта в целом и в зоне его потенциального воздействия;
- покомпонентные исследования (почвенные, геоботанические, зоологи-

ческие, гидрологические, гидрогеологические, гидробиологические) и полевое картирование;

- геоэкологическое опробование компонентов природной среды (атмосферный воздух, почвы, поверхностные и подземные воды, донные отложения):
- исследование вредных физических воздействий (радиационное, шумовое, электромагнитное и др.);
- проведение специальных исследований (при необходимости): социально-экономических, санитарно-эпидемиологических, медико-биологических, паразитологических, археологических, гидробиологических.

Из этого перечня видно, что при проведении полного комплекса ИЭИ необходимо привлечение профильных специалистов для профессионального написания соответствующих разделов отчетных материалов. К сожалению, часто этого не происходит в результате крайне скудного финансирования ИЭИ.

4. Также сложившуюся ситуацию с инженерно-экологическими изысканиями существенно осложняет формальное отношение к результатам ИЭИ. Имеется в виду, что при разработке разделов документов «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» (ПМООС) и «Мероприятия по охране окружающей среды» (МООС) данные о степени и характере негативного воздействия планируемой деятельности на окружающую среду трактуются весьма «оптимистично», хотя в ряде случаев бывает совершенно очевидно, что увеличивать антропогенную нагрузку на исследуемой территории выше существующего уровня уже нельзя (рис. 2). Тогда при экологическом обосновании проекта представляются расчеты загрязнения компонентов природной среды без учета регионального фона или без учета трансграничного переноса загрязнений и т.д.

На взгляд авторов, значительно повысить ценность материалов ИЭИ для составления прогноза развития ситуации позволяет проведение оценки экологических рисков.

Существует несколько определений понятия «экологический риск», в целом имеющих общую принципиальную трактовку, но различающихся степенью точности формулировок. С точки зрения авторов, экологический риск

Промышленные

Сельскохозяйственные

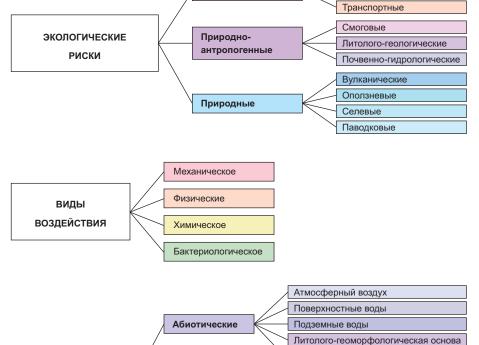
следует трактовать как вероятность появления негативных изменений в окружающей природной среде, вызванных антропогенным или иным воздействием. Под экологическим риском понимают также вероятностную меру опасности причинения вреда природной среде в виде возможных потерь за определенное время [2].

Экологические риски могут быть обусловлены как антропогенными, так и природными факторами или совместным воздействием природноантропогенных факторов (рис. 3).

Экологические риски антропогенного генезиса связаны с воздействием на окружающую среду и здоровье людей хозяйственной и иной деятельности человека. Они включают в себя множество видов, вызывающих последствия разной тяжести — от прямого уничтожения природных экосистем до негативного воздействия (различной интенсивности) на состояние компонентов природной среды путем выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу, сбросов сточных вод в водные объекты, загрязнения почв и компонентов биоты. В последнее время существенное значение при формировании рисковых ситуаций имеют вредные физические воздействия (шумовое и тепловое «загрязнения», электромагнитное, радиационное и вибрационное воздействия). Природные риски возникают в основном при стихийных воздействиях (землетрясениях, селях, оползнях, наводнениях и т.д.).

Природно-антропогенные риски возникают при комплексном воздействии природных и антропогенных факторов. Так, выбросы промышленных предприятий (антропогенный фактор) в сочетании с сухой безветренной погодой (природный фактор) создают риск образования смога, который, в свою очередь, негативно влияет на состояние здоровья людей.

Экологические риски классифицируют по масштабу (глобальные, региональные, локальные), степени проявления (незначительная и повышенная экологическая опасность, чрезвычайно опасные, экологические бедствия), объектам воздействия (которыми могут быть отдельные компоненты природной среды, элементы экосистемы, экосистема в целом и т.д.), продолжительности рисковой ситуации, видам воздействия на природу и человека, степени допустимости и прогнозирования, возможности предотвращения.



Почвы

Растительность

Животный мир

Наземные экосистемы

Водные экосистемы

Здоровье и качество жизни людей

Антропогенные

Рис. 3. Блок-схема факторов воздействия

ОБЪЕКТЫ

воздействия

Биотические

Комплексные



Экологические риски могут проявляться в различных формах на всех таксономических уровнях геоэкосистем и затрагивать любые компоненты природной среды (рис. 4).

Одной из форм проявления экологического риска является потеря или изменение отдельных свойств и качеств компонентов и/или объектов природы. При этом в зависимости от характера и интенсивности изменений последствия могут быть от незначительных до катастрофических.

Оценка экологических рисков и определение объекта воздействия позволяют составить прогноз развития экологической ситуации на исследуемой территории и предусмотреть мероприятия по снижению вероятности риска.

Существующие проблемы в инженерных изысканиях в значительной степени снижают качество получаемых материалов и в дальнейшем крайне негативно отражаются на безопасности и экономических затратах на этапе строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Однако ситуация может быть переломлена в лучшую сторону при проведении ряда следующих первоочередных мероприятий (рис. 5):

- 1) для инженерных изысканий (в частности, для ИЭИ) первоочередной задачей является корректировка и актуализация существующей нормативно-правовой базы с последующим утверждением этих документов в качестве федеральных регламентов;
- 2) научно-технические и кадровые мероприятия также позволят повысить качество материалов изысканий;
- 3) при проведении тендерных торгов необходимо руководствоваться не минимальной предлагаемой, а минимально достаточной стоимостью работ для проведения планируемого объема изысканий (ниже которой их проведение экономически невозможно).

В заключение хотелось бы отметить, что, несмотря на всю важность затронутой темы, в настоящее время на федеральном уровне отсутствуют нормативные документы, регламентирующие оценку экологических рисков. В настоящее время роль одного из пионеров в создании такого рода нормативного документа взяло на себя ОАО «НК "Роснефть"». Разрабатываемый им документ «Порядок проведения инженерно-экологических изысканий для строительства объектов компании» планируется использовать на локальном уровне в самой компании и в ряде

Экологические риски



Рис. 4. Формы проявления воздействий

Инженерно-экологические изыскания



Рис. 5. Пути повышения эффективности инженерно-экологических изысканий

ее дочерних обществ. В создаваемом стандарте предприятия предлагается определять экологические риски на стадии инженерных изысканий, которые будут использоваться на этапах

проектирования, строительства, эксплуатации и демонтажа, а также для обоснования реконструкции, технического перевооружения и капитального ремонта объектов «Роснефти».

Список литературы

- 1. Градостроительный кодекс Российской Федерации / Федеральный закон Российской Федерации № 190-Ф3 от 29.12.2004. М.: ГД ФС РФ, 2004.
- 2. Потапов А.И., Цыплакова Е.Г. Экология: учебное пособие. СПб.: СЗТУ, 2004. 240 с.
- 3. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений / Федеральный закон Российской Федерации № 384-ФЗ от 30.12.2009. М.: ГД ФС РФ, 2009.
 - 4. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.



ЕФРЕМОВ А.Н.

Начальник группы камеральной обработки отдела экологических изысканий ЗАО «Проектный институт реконструкции и строительства объектов нефти и газа», аспирант кафедры ботаники, цитологии и генетики Омского государственного педагогического университета, г. Омск, aefremov@pirs.omsknet.ru, stratiotes@yandex.ru

ГОЛОВАНОВА Е.В.

Доцент кафедры зоологии и физиологии Омского государственного педагогического университета, к.б.н., г. Oмск, syberian@rambler.ru

СВИРИДЕНКО Б.Ф.

Профессор кафедры ботаники, цитологии и генетики Омского государственного педагогического университета; ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией гидроморфных экосистем Научно-исследовательского института природопользования и экологии Севера Сургутского государственного университета, д.б.н., профессор, г. Омск — г. Сургут, bosviri@mail.ru

ЛИТАУ В.В.

Инженер-геоэколог 2-й категории ЗАО «Проектный институт реконструкции и строительства объектов нефти и газа», г. Омск, litau.tomsk@mail.ru

ЛИФЛЯНДСКИЙ А.Э.

Инженер-эколог 2-й категории 3AO «Проектный институт реконструкции и строительства объектов нефти и газа», аспирант кафедры экологии и природопользования Омского государственного педагогического университета, г. Омск, kressa@yandex.ru

СОЛОВЬЕВ Н.Н.

Начальник отдела экологических изысканий ЗАО «Проектный институт реконструкции и строительства объектов нефти и газа», г. Омск, nsoloviev@pirs.omsknet.ru

Ключевые слова: биоценоз; оценка состояния окружающей природной среды; биоиндикация; инженерно-экологические изыскания; Имеретинская низменность.

Аннотация: в статье представлен первый опыт использования интегральных показателей для оценки состояния окружающей среды при проведении инженерно-экологических изысканий. Выполнен сравнительный анализ комплекса критериев для изучения степени трансформации биогеоценозов. Наибольшая эффективность показана для суммарного рангового коэффициента. Полученные материалы актуально характеризуют биогеоценозы Имеретинской низменности. Отдельные таксоны для данной территории приводятся впервые.

EFREMOV A.N.

The head of the processing group of the environmental survey section of JSC «Design Institute for Oil and Gas Projects Conctruction and Rehabilitation», a Ph. D. student of the botany, cytology and genetics department of Omsk State Pedagogical University, Omsk, aefremov@pirs.omsknet.ru, stratiotes@yandex.ru

GOLOVANOV E.V.

An associate professor of the zoology and physiology department of Omsk State Pedagogical University, Ph. D. (Biology), Omsk, syberian@rambler.ru

SVIRIDENKO B.F.

A professor of the botany, cytology and genetics department of Omsk State Pedagogical University, a leading researcher, the head of the hydromorphic ecosystems laboratory of the Research Institute of the North Nature Management and Ecology of Surgut State University, Grand Ph. D. (Biology), professor, bosviri@mail.ru

LITAU V.V.

An engineer-geoecologist of the 2-d category of JSC «Design Institute for Oil and Gas Projects Conctruction and Rehabilitation», Omsk, litau.tomsk@mail.ru

LIFLIANDSKY A.E.

An engineer-ecologist of the 2-d category of JSC «Design Institute for Oil and Gas Projects Conctruction and Rehabilitation», a Ph. D. student of the ecology and nature management department of Omsk State Pedagogical University, Omsk, kressa@yandex.ru

SOLOVIEV N.N.

The head of ecological survey section of the closed JSC «Design Institute for Oil and Gas Projects Conctruction and Rehabilitation», Omsk, nsoloviev@pirs.omsknet.ru

Key words: biocenose; estimation of the environment state; bioindication; engineering-ecological survey; the Imereti Lowland.

Abstract: the article presents the first experience of using the integral indicators for estimation of the environment state for engineering-ecological survey. Comparative analysis of the criteria complex for studying biogeocenose transformation degree is performed. The greatest efficiency is revealed for the cumulative rank coefficient. The obtained materials actually characterize the Imereti Lowland biogeocenoses. Some taxa for this area are presented for the first time.



Введение

Концептуальной основой экологоландшафтного районирования является представление о функциональной зависимости между биотической и абиотической составляющими. Нарушения в любой из них приводят к трансформации экоситемы в целом. Наибольшее влияние испытывают участки, где в экологический круговорот вовлечены ксенобиотики и инвазивные биологические категории, что обусловливает широкий спектр отрицательных реакций [6].

Воздействие, даже идентифицированное по механизму, источнику и агрессивности, ничего не говорит об изменениях, произошедших внутри экосистемы, что создает существенные трудности при оценке состояния окружающей среды, принятии соответствующих проектировочных решений и природоохранных мер.

В соответствии с действующими нормативными актами, регламентирующими порядок и содержание инженерно-экологических изысканий [12, 27, 31], основными показателями для оценки состояния окружающей среды служат санитарные нормы (ПДК, ОДК, УК и пр.). Но применение такого рода критериев не является корректным, так как для одних ландшафтов эти величины значительно превышают фоновые значения, а для других они существенно ниже фоновой концентрации — и создается неоправданное впечатление о загрязнении или о его отсутствии [6, 20].

Объективная оценка состояния и степени трансформации экосистем возможна при сопоставлении пространственной дифференциации отдельных компонентов с фоном. Такой подход существенно отличается от санитарногигиенического, являясь во многом экоцентричным. Использование интегральных критериев дает возможность преодолеть необъективность и недостаток экологических нормативов.

Целью настоящего исследования является комплексная оценка экологического состояния территории на основе интегральных критериев и их методическое обоснование на примере объектов инженерной инфраструктуры в районе Имеретинской низменности.

Материалы и методы исследований Фактический материал был собран

Фактический материал был собран при проведении комплексных инженерно-экологических изысканий некоторых объектов инженерной инфраструктуры в районе Имеретинской низменности (Адлерский район, г. Сочи).

Имеретинская низменность представляет собой довольно широкую приморскую равнинную территорию между реками Псоу и Мзымта длиной около 7,5 км и шириной 2-3 км с абсолютными отметками от 0 до 5 м [1]. Длительное время данная территория использовалась в качестве сельскохозяйственных угодий. Здесь была создана сеть дренажных каналов, охватывающих большую часть низменности. В результате природные комплексы трансформировались: исчезли многие аборигенные виды, появилась тенденция к деградации природных экосистем. В соответствии с рядом положений Рамсарской конвенции Имеретинская низменность является ключевой орнитологической территорией международного уровня и имеет средообразующее значение для стабилизации водного режима [1, 35].

В целях районирования в пределах исследуемой территории в свободной последовательности закладывались пробные площадки. Для анализа степени деградации природных экосистем в каждом типе биогеоценоза определялся относительно естественный (фоновый) участок, рассматриваемый в качестве эталона, с которым и производилось сравнение определяемых показателей.

Изучение растительного и животного мира проводилось в двух аспектах — как биотической составляющей природной среды и как индикатора уровня антропогенной нагрузки. Использовались традиционные методы геоботанических [7, 5] и зоологических [9, 10, 21, 23, 24, 34] исследований. Биоиндикация водных экосистем выполнялась в соответствии с работами Н.С. Катанской [17] и Б.Ф. Свириденко [26].

В качестве основных показателей степени дигрессии сообществ использовались: индекс синантропности k_{sin} , индекс инвазивности k_{inv} (обратный индекс автохтонности), доля видов от фона k, биоразнообразие Bd, площадь антропогенно преобразованных территорий k_{ant} . Индекс синантропности k_{sin} определялся как доля видов-синантропов в биоценозе, индекс инвазивности k_{\dots} — как отношение количества инвазивных видов к общему числу видов на учетной площади. Доля видов от фона k_c вычислялась как отношение видового разнообразия к фоновой. Биоразнообразие *Bd* определялось как общее число видов (в некоторых случаях внутривидовых таксонов) на учетной площади. Площадь антропогенно преобразованных территорий k_{ant} рассчитывалась путем суммирования площадей, занятых дорожной сетью, каналами, несанкционированными свалками, застройкой.

В целях биоиндикации наземных биогеоценозов были использованы следующие модельные группы: наземные высшие сосудистые растения; позвоночные животные (амфибии, рептилии, птицы; млекопитающие — для расчета k_{inv}); беспозвоночные животные (дождевые черви, моллюски, чещуекрылые, прямокрылые). Таким образом, спектр модельных групп включал представителей всех основных трофических уровней.

Для оценки биологического состояния водных объектов использовался индекс сапробности Пантле — Бука (в модификации Сладчека), биотический индекс Вудивиса с интерпретацией результатов по шкале Кольквитца — Марссона, показатели трофности [12, 34, 26]. В качестве модельных групп для биоиндикации водных объектов послужили: гидромакрофиты (в том числе и криптогамные), моллюски, личинки и имаго насекомых, для которых и были определены перечисленные параметры.

Наименования приводимых таксонов высших сосудистых растений даны в соответствии со сводкой С.К. Черепанова [33]. Для отдельных таксонов учтены современные обработки [32]. Наименования таксонов водорослей приведены по работам Л.М. Зауер [15], М.М. Голллербаха, Л.К. Красавиной [11]. Таксоны животных приведены в соответствии с работами Г.Я. Бей-Биенко, Л.Л. Мищенко [3, 4], И.М. Лихаревой, Е.С. Раммельмайера [19], Ю.П. Некрутенко [22], Л.С. Степаняна [29], Т.С. Всеволодовой-Перель [8], Ю.И. Кантора и А.В. Сысоева [16].

Для геоэкологической оценки состояния почв использовались: геохимический показатель загрязнения Z_c [25, 27], доля гумуса Hum, емкость катионного обмена E_k , для анализа поверхностных вод — биологическое потребление кислорода в течение пяти суток BOD, содержание кислорода Ox. Аналитическая обработка проб была выполнена $\Phi\Gamma Y$ «ЦАС "Омский"» и ИЛЦ Сочинского филиала $\Phi\Gamma Y$ 3 «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае».

Всего было заложено 46 комплексных экологических площадок. Полу-

ченные результаты были обработаны средствами Excel for Windows 2007 с выполнением операций описательной статистики, корреляционного анализа [30, 18], рангового метода Фридмана [14]. В качестве итогового критерия использовался суммарный ранговый коэффициент k_{crk} . Данный показатель определялся с помощью следующей процедуры: каждый коэффициент ранжировался по площадкам от степени наименьшей дигрессии к большей, затем производилось суммирование рангов по каждой учетной площадке. Схема экологического районирования была выполнена средствами MapInfo 8.5 и Surfer 6.0.

Результаты исследований

На основании проведенного комплексного рекогносцировочного экологического обследования можно выделить несколько типов биогеоценозов.

Петро-псаммофильные биогеоценозы морского побережья формируются на аллювиальных луговых слоистых примитивных почвах галечников и песчано-гравийных валов. Сложившиеся здесь фитоценозы отличаются большой специфичностью, главным образом благодаря псаммофильным видам: Calistegia soldanella (L.) Br., Glaucium flavum Crantz., Eryngium maritimum L., Plantago scabra Moench. Выше зоны заплеска распространены синеголовниковые (Егупgium maritimum) и глауциумовые (Glaucium flavum) сообщества, явно наблюдается дизьюнкция отдельных рамет. К полосе склонов и гребней обрывов и песчаных валов приурочены полидоминантные петро-псаммофильные сообщества с участием Суnodon dactylon (L.) Pers., Tribulus terresris L., Calistegia soldanella, Glaucium flavum, Digitaria ciliaris, Anisantha sterilis (L.) Nevski, Stenactis annua L. Общее проективное покрытие не превышает 20-30%.

Авифауна сообществ данного типа складывается преимущественно из лимнофильных видов: Larus cochinnans Pallas, Charadrius dubius Scopoli, Phalacrocorax carbo (L.). Обычны склерофилы: Delichon urbica (L.), Hirundo rustica L., Riparia riparia (L.). Герпетофауна представлена постоянно встречающейся, но немногочисленной Lacerta agilus grusinica Peters. Уникальна малакофауна: Xeropicta derbentina (Krynicki), Monacha subcarthusiana Lindhoim, Caucasotaehea caligera (Mousson). В энтомофауне доминируют

преимущественно *Pieridae*, *Satyridae* и *Aegeridae*. В качестве субдоминанты выступает *Acrida hungarica* (Herbst).

Петро-псаммофильные биогеоценозы морского побережья в значительной степени преобразованы $(k_{ant}=89,65/78,34-96,74\%, Z=16/1-18).$ Тенденция к дигрессии выражена $(k_{sin}=0.24/0.07-0.39, k_{inv}=0.06/0.00-$ 0,08), буферность экосистем сохраняется (k=0,83/0,51-1,00). Биоразнообразие Bd сравнительно невелико: животных — 14,50/12,00-16,00, растений — 19,35/17,00-23,00. Наименьшую антропогенную нагрузку испытывает герпетофауна ($k_{sin} = 0.00/0.00-$ 0,00, k=1,00/1,00-1,00), максимальному изменению подвергается орнитофауна $(k_{sin} = 0.32/0.11 - 0.40, k_f = 0.43/0.20 - 0.43/0.20)$ 1,00). Доля инвазивных видов животных невелика $(k_{inv}=0.06/0.00-0.08)$. В растительных сообществах, несмотря на сравнительно высокую синантропизацию (k_{cin} =0,31/0,19-0,31), способность к восстановлению и поддержанию целостности сообщества сохране-Ha(k=0,78/0,81-1,00).

Агрогенно преобразованные биогеоценозы залежей и садов приурочены к аллювиальным антропогенно преобразованным почвам. С биогеоценозами данного типа связаны деградированные луговые формации, включающие в основном адвентивные элементы. Выделяются элементы лесной растительности — искусственные насаждения Phyllostachiys bambusoides Siebold et Zucc. и агроценозы, образованные преимущественно интродуцентами (Feijoa sellowiana (O. Berg) О. Berg и Cydonia oblonga Mill). Значительные площади заняты формацией, образованной *Rubus* anatolicus (Focke) Focke ex Hausskn, которая представлена тростниково-ежевичной (Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud, Juncus effusus L.), шиповниково-ситниково-ежевичной (Rosa canina L., R. multiflora Thunb., Artemisia vulgaris L., Hedera helix L., Rubus anatolicus) и орляково-хвощово-ежевичной (Pteridium tauricum (L.) V.I. Krecz., Equisetum telmateia Ehrh., Rubus anatolicus) ассоциациями. Группа формаций залежной растительности объединяет разнотравную (Ambrosia artemisifolia L., Chenopodium polispermum L., Ch. album L., Artemisia vulgaris L., Melilotus officinalis (L.) Pallas, Amarantus retroflexus L., Erigeron annus, Abutilon theophrasti Medik.), вейниковую (Calamogrostis epigeios), разнотравно-злаковую (Paspalum dilatatum, Setaria viridis (L.) Beauv., Calamogrostis epigeios, Datura stamonium L., Daucus carota L.) и щавелевую (*Rumex conglameratus* Mur.) ассоциации.

В авифауне садов и залежей появляются виды, приуроченные к древесно-кустарниковой растительности (Sivia communis Latham, Lanius colluria L., Fringilla coelebs L.). При этом доля синантропов высока, $k_{\text{min}} = 0.50/0.00-$ 1,00 по видовому разнообразию и $k_{\text{-}}=0,19/0,00-1,00$ по численности. В энтомофауне наибольшим разнообразием отличаются Pieridae. Прямокрылые малочисленны, преобладают представители подсемейства Acridinae (Acrida, Chorthippus). В малакофауне выделяются эндемичные для Кавказа виды: Caucasotachea atrobiata (Krynski), C. calligera (Dubois de Montrpereux), Xeropicta derbentina (Krynicki).

Биогеоценозы залежей и садов являются значительно преобразованными $(k_{ant}=76,30/62,34-85,35\%, Z=3/1-6)$. Существенные площади заняты элементами инженерной инфраструктуры, жилыми застройками, которые сочетаются с небольшими по размерам участками парковых зон санаторно-курортных учреждений и индивидуальных подворий. Выраженной является тенденция к трансформации биоценозов, о чем свидетельствуют сравнительно высокие значения коэффициента синантропности ($k_{sin} = 0.44/0.30$ – 0,59). Экотопы находятся в стадии стагнации $(k_{inv}=0.24/0.14-0.34, k_f=0.54/0.14)$ 0,34-0,79). В фитоценозах в отличие от зооценозов еще высока доля видов от фона, k=0.79. Биоразнообразие сообществ Bd сравнительно невелико: животных — 17,00/10,00-22,00, растений — 14,33/10,00-15,00.

Агрогенно преобразованные биогеоценозы лугов формируются на лугово-болотных перегнойных и аллювиально-луговых антропогенно преобразованных почвах. Естественная луговая растительность представлена вейниковой формацией, включающей собственно вейниковую (Calamagrostis epigeios) и разнотравно-вейниковую ассоциации (Trifolium repens L., Lotus angustissimus L., Rumex conglameratus, Paspalum dilatatum Poriet, Erigeron canadensis, Pecris rigida Ledeb. ex Spreng., Calamagrostis epigeios).

Среди птиц преобладают синантропы: *Apus apus* (L.), *Delichon urbica* (L.), *Hirundo rustica* L. В энтомофауне основную долю биомассы занимают *Acridinae*. Среди чешуекрылых встречаются как синантропы, так и виды луговых сообществ. В почвенной мезофауне увеличивается доля многоножек и моллюсков (в основном за счет слиз-



ней), резко снижается разнообразие дождевых червей (преобладает эндемичный *Dendrobaena schmidti schmidti* Michaelsen). При этом мезофауна почв претерпевает наименьшие изменения: $k_s = 0.07/0.00 - 0.50$, $k_f = 0.10/0.00 - 0.25$.

Агрогенно преобразованные луга являются значительно трансформированными, на что указывают следующие значения индексов: k = 74,56/64,57-83,24%, $k_{sin} = 0,26/0,25-0,26$, $Z_c = 1/0-4$. Инвазивность достигает значений, максимальных для Имеретинской низменности, снижается доля фоновых видов $(k_{inv} = 0,15/0,09-0,22, k_f = 0,62/0,40-0,83)$. Изменения затрагивают фитоценозы в меньшей степени $(k_f = 0,83/0,76-095, Bd = 23,46/19,00-27,00)$, чем зооценозы $(k_f = 0,40/0,12-0,76, Bd = 21,6/15,00-37,00)$.

Биогеоценозы ветландов приурочены к лугово-болотным перегнойным почвам. Сообщества данного типа занимают незначительные площади и носят остаточный характер. Фитоценозы образованы полидоминантными мелкоконтурными ассоциациями: разнотравно-сытево-ситниковой (Juncus inflexus L., Cyperus glomeratus L., Stellaria media L., Agrostis stolonifera, Eleocharis ovata (Roth) С.В. Сlarke), арундовой (Arundo donax L.) и тростниковой (Phragmites australis). Данные фитоценозы представляют микрорифугиумы, где сконцентрировано основное видовое разнообразие (Bd=46,50/36,00–49,00).

Зооценозы относительно бедны (Bd=16,5/14,00-19,00), лишены видовсинантропов. Среди чешуекрылых доминирует Iphiclides podalirius (L.) (вероятно, это фоновый вид для Имеретинской низменности), среди моллюсков — эндемичный Deroceras subagreste L., в почвенной мезофауне — Eisenia colchidica (Perel). Обнаруженные здесь виды дождевых червей относятся к различным экологическим группам: E. colchidica — амфибионт; Dendrobaena octaedra (Savigny) подстилочный вид 1-го морфоэкологического типа, питающийся неразложившимися растительными остатками; Aporrectodea caliginosa trapezoids (Dugesi) — среднеярусный вид 2-го морфоэкологического типа, питающийся гумусом; Octolasion transpadanum (Rosa) — норник 2-го морфоэкологического типа. То, что все экологические ниши заняты дождевыми червями, свидетельствует об относительной нетронутости биоценоза.

Выраженный процесс гумусонакопления, осложненный тенденцией к заболачиванию, способствует аккумуляции поллютантов, что обусловливает наиболее высокое по сравнению с другими биогеоценозами значение суммарного показателя загрязнения (Z = 13/1 - 24) при сравнительно невысоком для Имеретинской низменности коэффициенте антропической трансформации (k_{ant} =53,45/48,54-58,20%). Биогеоценозы ветландов являются слабо преобразованными, дигрессивное влияние невелико (k_{cin} =0,08/0,00-0,20, k_{inv} =0,05/0,00-0,17, k_f^{sin} =0,84/0,41-1,00). Значения интегральных параметров, рассчитанные отдельно для фито- и зооценозов, близки к средним для биоты и статистически достоверно не различаются.

Биогеоценозы пойм эстуарных участков рек Мзымта, Псоу, Чахцуцыр

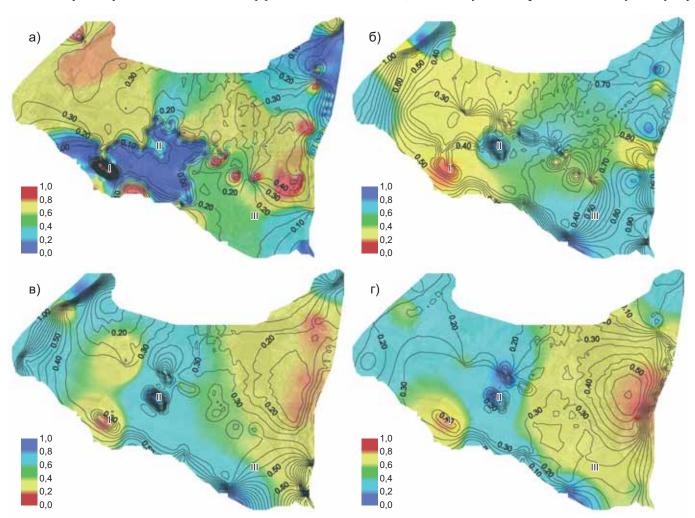


Рис. 1. Результаты районирования территории по некоторым интегральным показателям: $a-k_{fan}$ для наземных ландшафтов; $\delta-k_{fpl}$ для наземных ландшафтов; $\epsilon-k_{fan}$ для наземных ландшафтов; $\epsilon-k_{fan}$ для наземных ландшафтов

Корреляционная матрица	TOTOTOTOTOTO WITH TOTOTOTOTO	THE HODOLINIAN SHOPOO	trotronon (m-10)
корреляционная матрица с	лиределенных показателей	для наземных опогео	Hehosor ($n-191$

	k _{sin pl}	k_{invpl}	k_{fpl}	Bd_{pl}	k _{sin an}	k inv an	k_{fan}	Bd_{an}	k _{ant}	Z_{c}	Hum	\boldsymbol{E}_{k}
k_{sinpl}	_											
k_{invpl}	0,54*	-										
k_{fpl}	-0,67**	-0,46*	-									
k _{sin an}	-0,05	-0,33	0,00	-								
Bd_{pl}	0,47*	0,41	-0,33	-0,51*	-							
k _{inv an}	0,55*	0,50*	-0,40	-0,46*	0,69***	-						
k_{fan}	-0,54*	-0,51*	0,56*	0,48*	-0,61**	-0,76***	-					
Bd_{an}	0,24	0,10	-0,05	-0,10	-0,02	0,22	-0,24	-				
k _{ant}	0,30	0,14	-0,10	0,36	-0,28	-0,14	0,23	-0,18	-			
$Z_{_{c}}$	0,16	-0,15	0,10	0,28	-0,02	-0,21	0,27	0,33	0,54*	-		
Hum	0,12	-0,18	0,15	0,21	0,10	-0,09	0,26	0,04	0,45*	0,91***	-	
$E_{_k}$	-0,11	-0,17	0,15	0,24	0,06	0,39	-0,30	0,05	-0,01	-0,18	-0,14	-

^{*} $P \le 0.05$, ** $P \le 0.01$, *** $P \le 0.001$

Условные обозначения: $k_{_{sin}}$ — коэффициент синантропизации; $k_{_{inv}}$ — коэффициент инвазивности; $k_{_f}$ — доля от фона; $k_{_{ant}}$ — коэффициент антропогенной трансформации; $Z_{_c}$ — суммарный показатель загрязнения; Hum — содержание гумуса, %; E_k — емкость катионного обмена, мг×экв/100 г; подстрочный индекс (qh) — для растений; подстрочный индекс (an) — для животных.

сформировались на аллювиальных примитивных почвах. Здесь сохранились фрагменты пойменных ольшаников с участием Alnus barbata C.A. Меу, Alnus incana (L.) Moench., Pterocaria pterocarpa Michx., Salix triandra L. В подлеске со значительным постоянством встречаются Sambucus ebulus (L.), Equisetum telmateia, Rubus anatolicus, Periploca graeca L., Staphylea colchica Steven, Epilobium hirsutum L., Tussilago farfara L. На вырубках формируются полидоминантные сообщества с участием видов, характерных для подлеска ольшаников.

Авифауна складывается из видов, приуроченных к высокотравью и кустарниковой растительности (Acrocephalus palustris (Bechstein), Hippolais pallida (L.)) и низовьям рек (Motacilla alba (L.)). Высокая доля синантропов (k_{sin} =0,21/0,00—0,33 по видовому разнообразию, k_{sin} =0,26/0,00—0,74 по численности) объясняется близостью селитебной зоны. Данный биогеоценоз отличается разнообразием природных условий, создающих благоприятную среду для различных экологических групп птиц, герпетобионтов и дождевых червей. К биоценозам данного ти-

па приурочен редкий для Имеретинской низменности вид *Inguis fragilis* (L.). Энтомофауна в целом типична для незатронутых участков. Уникальна люмбрикофауна биоценоза: 66,7% видов обитают только на Кавказе; *Pheretima diffringens* (Baird) и *E. colchidica* (Perel) образуют локальные популяции и встречаются спорадически. Видовое разнообразие *Bd* фитоценозов сравнительно велико: зоосообществ — 20,50/14,00–27,00, фитоценозов — 36,5/32,00–38,00.

В биогеоценозах данного типа сосредоточено значительное биоразнооб-

Таблица 2

Корреляционная матрица определенных показателей для водных биогеоценозов ($n=11$)										
	k sin pl	k_{invpl}	k_{fpl}	Bd_{pl}	k inv an	k _{f an}	Bd_{an}	BOD	Ox	
k sin pl	-									
k inv pl	0,08	-								
k_{fpl}	-0,13	-0,19	-							
Bd_{pl}	-0,20	-0,29	0,25	-						
k _{inv an}	0,41	0,28	-0,32	-0,18	-					
$k_{_{fan}}$	0,23	-	0,10	0,36	-0,11	-				
Bd_{an}	0,66*	0,07	0,01	0,02	-0,04	0,36	-			
BOD	-0,10	-0,26	0,10	-0,20	-0,57	-0,05	-0,16	-		
Ox	-0,09	-0,18	0,29	0,05	-0,58*	0,18	0,11	0,85**	-	

^{*} $P \le 0.05$, ** $P \le 0.01$

Условные обозначения: $k_{_{sin}}$ — коэффициент синантропизации; $k_{_{inv}}$ — коэффициент инвазивности; $k_{_f}$ — доля от фона; Bd — биоразнообразие; BOD — биологическое потребление кислорода (5 суток); Ox — содержание кислорода; подстрочный индекс (an) — для растений; подстрочный индекс (an) — для животных.



разие (k_f =0,76/0,62–0,90), однако прогрессирует тенденция к антропической модификации (k_{ant} =58,45/44,54–67,97 %, k_s =0,30/0,06–0,76, k_s =0,10/0,02–0,14, Z_c =5/1–14).

Биогеоценозы реофильных водоемов развиты на галечных и песчаногалечных грунтах. Водные и прибрежно-водные фитоценозы образованы рясковой (Lemna minor L.), ирисовошироколистнорогозовой (Typha latifolia L., Iris pseudoacorus L.), ежеголовниковой (Sparganium neglectum Beeby.) и тростниковой (Phragmites australis) ассоциациями, которые не занимают больших площадей. В эстуарных частях рек развиваются динамические по составу проценозы криптогамных гидромакрофитов: Cladophora rivularis (L.) Hoek., Vaucheria dichotoma (L.) Martius. Биоразнообразие невелико (Bd=12,30/9,00-17,00).

В зооценозах преобладает Rana ridibunda Boulenger, Natrix natrix sculata Pallas. Обычны, но малочисленны Hyla arborea schelkownikowi (Cernov), Rana macrocnemis Pallas, Natrix tessellata (Laiurenti). Моллюски (Lymnaea auricularia L., Physa bulla (Mueller)) немногочисленны и концентрируются локально. Видовое разнообразие животных составляет 22,67/19,00–27,00 вида на учетную площадку.

Распределение видов гидрофильного ядра флоры по группам трофности свидетельствует об олигомезотрофном характере реофильных водоемов. Пойменные участки рек Мзымта и Псоу по шкале Кольквитца — Марссона являются α -мезосопробными (3 балла). По сравнению с наземными ландшафтами деструктивные изменения слабо заметны, что во многом связано с гидрологическим режимом горных рек:

 k_{sin} =0,06/0,00-0,11, k_f = 0,53/0,40-0,66. Природные воды являются оксигированными (*BOD*=1,43/1,34-1,48, *Ox*=9,23/9,13-9,43).

Биогеоценозы лимнофильных водоемов приурочены к илистым грунтам копаней. Небольшие площади, занятые водной и околоводной растительностью, сохраняются по периферии прудов, на отдельных наиболее пониженных участках низменности, в каналах, где развиваются многокоренниково-рясковая (Spirodella polyrhiza (L.) Schleid, Lemna minor), водно-урутевая (Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verd.), жеруховая (Nasturcium officinale Rch.), водокрасовая (Hydrocharis morsus-ranae L.), ежеголовниковая (Sparganium neglectum), каулинево-рдестовая (Caulinia tenuissima (A. Braun ex Magnus) Tzvel., Potamogeton crispus L., P. berchtoldii Fieb., P. pusillus L., P. nodosus L.), роголистниково-штукенивая (Ceratophyllum demersum L., C. oryzetorum Kom., Stuckenia pectinata (L.) Börner.) ассоциации. Локально встречаются участки осушенных ветландов, на которых формируются сообщества с участием Phragmites australis, Typha latifolia, T. angustifolia, Juncus effusus, Agrostis stolonifera.

В зооценозах превалируют птицы водно-болотной группы (Ixobrichus minutes (L.), Ardea parvirea (L.), Gallinula chloropus (L.), Fulica atra (L.)), значительно участие Turbus merula (L.), Lanius collurio (L.) и Chloris chloris (L.). Среди герпетобионтов доминируют Rana ridibunda, Natrix natrix sculata и N. tessellata (Laiurenti). Встречены редкие виды — Hylarborea schelkownikowi (Cernov), Triturus vulgaris lantsi Wolterstorff и Emys orbicularis (L.). Ихтиофауна представлена одним таксоном — Vimba

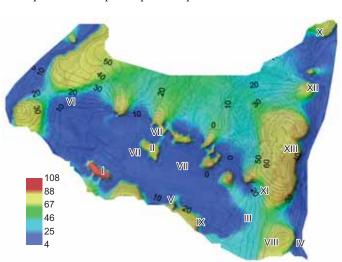


Рис. 2. Результаты районирования на основе суммарного рангового коэффициента (римскими цифрами отмечены отдельные участки)

vimba tenella (Nordmann). Разнообразие моллюсков максимально (Hydrobiidae, Viviparidae, Planorbidae, Limnaeidae). В энтомофауне доминируют Agrionidae и Lestidae. Встречен редкий эндемичный вид — Cordulegaster mzimtae Bartenef и редкий — Anax imperator Leach.

В составе гидрофильного ядра флоры наиболее многочисленны мезотрофные виды (более 62%) при значительной доле эвтрофных и мезоэвтрофных видов (в сумме более 21%), что характеризует воды как мезоэвтрофномезотрофные. По шкале Кольквитца — Марссона данные водоемы относятся к β-мезосапробным (индекс Пантле – Букка 2,1). Видовое разнообразие растений — 24,56/18,00–32,00, животных – 18,00/17,00-19,00 вида на учетную площадь. Содержание кислорода незначительно меньше, чем в реофильных водоемах (ВОД=1,35/1,18-1,50, Ox=7,70/5,65-7,62).

Общий мезо-мезоэвтрофный характер флоры водоемов Имеретинской низменности (76%) указывает на высокое содержание биогенных элементов в гидроморфных экосистемах региона. Доля олигомезотрофных видов в составе гидрофильного комплекса невелика (11%) [13]. Исследованные водоемы можно отнести к трем типам: олигосапробные (реки Мзымта, Псоу), β -мезосапробные (пруды Большое и Малое Лебяжье, копани близ устья реки Псоу, пойменные водоемы рек Мзымта и Псоу) и α -мезосапробные (река Чахцуцыр, ирригационные каналы).

Используемые для анализа биогеоценозов показатели отличаются неодинаковым вкладом в формирование интегральной картины и разной силой связи (табл. 1, 2). Проведенный корреляционный анализ параметров, используемых для характеристики наземных ландшафтов, позволяет выделить несколько плеяд со средним уровнем силы связи ($r^2 > 0.30$, $P \le 0.05$): «геоэкологические параметры» (Z_c —Hum, Z_c — k_{ant}), «биоэкологические параметры» $(k_{\sin pl}^{am} - k_{fpl'}, k_{\sin an} - k_{fan}, k_{inv an} - k_{fan'}, k_{inv an} - k_{fa$ стантностью (100,0%) выделяются два внутриплеядных комплекса: «животные» и «растения» (|r| > 0.30, $P \le 0.05$). Связи внутри плеяды «геоэкологические параметры» при |r| > 0.30, P < 0.05составляют 32,0%, межплеядные связи «биоэкологических» и «геоэкологических параметров» — 10,4% (см. табл. 1). Низкую и зачастую недостоверную связь между геоэкологическими и биоэкологическими показателями можно объяснить сравнительно небольшой токсической нагрузкой на экосистемы Имеретинской низменности, которая не дает явного биологического эффекта. Для водных биогеоценозов описанные выше плеядные комплексы не выявляются (см. табл. 2). Наиболее высокий уровень связи отмечен для следующих пар используемых параметров: $k_{fan} - k_{fvl} BOD - Ox$.

В целом для территории исследования характерна средняя степень синантропизации (k_{sin} =0,54/0,00-1,00), что свидетельствует о значительном уровне антропической трансформации. Несмотря на то что количество инвазивных видов сравнительно невелико $(k_{inv}=0,21/0,00-1,00)$, они все же играют существенную роль в формировании биоценозов: при их небольшом числе многие интродуценты обладают эдификаторной ролью. Буферные возможности биогеоценозов Имеретинской низменности в значительной степени ограниченны (k = 0.11/0.00-1.00), что затрудняет процесс восстановления и нарушает устойчивое состояние исследуемых экосистем. Высокое видовое разнообразие (Bd=22,59/8,00-49,00) формируется как эндемичными, так и инвазивными категориями. Это связано с высвобождением экологических ниш в результате значительных антропо-дигрессивных процессов в биотопах Имеретинской низменности $(Z_c=5/0-29, k_{ant}=1,00/1,00-1,00).$

Обсуждение результатов исследований

При экологическом зонировании Имеретинской низменности с использованием интегральных критериев контуры зоологических и фитоценотических выделов не всегда совпадают. Даже в пределах отдельных сообществ отмечается значительный размах данных по одному параметру. Вероятно, это объясняется тем, что рекреационная нагрузка и хозяйственное использование территории неодинаково влияют на модельные группы (рис. 1 a, δ). Например, наибольшие значения $k_{_{sin}}$ отмечены у птиц, чешуекрылых, прямокрылых, высших наземных растений, тогда как наименьшее влияние испытывали гидромакрофиты, герпетофауна, люмбрикофауна.

Многие исследователи создают однородную картину, используя для анализа одну модельную группу [2, 5, 20, 28] либо прибегая к качественным показателям. Авторами был избран иной методологический прием — кумуляция и усреднение интегральных параметров, что позволяет получить интегральных интегр

ральную картину на базе большого количества параметров. Использование одного или небольшого числа показателей неполно отражает изменения в экосистеме, так как параллельно протекает несколько разнонаправленных процессов. Так, увеличение доли синантропных и инвазивных видов далеко не всегда совпадает со снижением доли видов от фона. В связи с этим наиболее полная картина, характеризующая степень нарушенности сообществ, может быть получена при использовании суммарного рангового коэффициента $k_{\rm sp}$ (рис. 2).

Ранее уже предпринимались попытки экологического зонирования территории на основе интегральных параметров [5]. При этом использовались более сложные для расчетов математические индексы, учитывающие не только видовое разнообразие, но и обилие каждой группы. Подход, используемый авторами, сложно применять для большого количества модельных групп, и, как следствие, он не охватывает все трофические уровни сообщества.

Эффективность использования суммарного коэффициента k_{src} значительно снижается при анализе водных сообществ (по всей видимости, за счет уменьшения количества модельных групп).

Интересным представляется отсутствие сильных связей между биотической и абиотической составляющими. Данное явление можно объяснить проявлением антропогенной нагрузки (рекреационной и хозяйственной деятельности), определившей современный ландшафт изучаемой территории (во многом снивелировавшей его мозаичность). Как правило, антропическая трансформация сопровождается аккумуляцией ксенобиотиков, однако содержание ингредиентов загрязнения еще не достигло критического уровня. Нивелирование дигрессивных процессов происходит за счет остаточной буферности экосистем Имеретинской низменности, о чем свидетельствует большое видовое разнообразие при высоком уровне видового и надвидового эндемизма.

По совокупности индикационных критериев наземных и водных ценозов с учетом суммарного рангового коэффициента k_{src} территорию исследования по степени дигрессии можно разделить на пять типов участков:

1) ненарушенные: ситниковые сообщества (рис. 1, *II*), приэстуарная часть реки Псоу (рис. 2, *IV*), неболь-

шой участок петро-псаммофильных черноморских сообществ восточнее Имеретинской бухты (рис. 1, V);

- **2)** слабо нарушенные: пруды Большое и Малое Лебяжье (рис. 2, VI) и прилегающие к ним сообщества, ирригационные каналы (рис. 1, VII), пруд в приэстуарной части реки Мзымта (рис. 1, VIII);
- 3) умеренно нарушенные: большая часть петро-псаммофильных сообществ (рис. 1, IX), река Чахцуцыр (рис. 1, X);
- **4)** *средне нарушенные*: система ирригационных каналов и агроценозы на территории совхоза «Россия» (рис. 2, *XI*), залежи (рис. 1, *XII*);
- **5)** *сильно нарушенные*: галечные пляжи в районе Имеретинской бухты (рис. 1, *I*), селитебная зона в нижнем течении реки Псоу (рис. 1, *XIII*).

Разница между выделенными участками по ранговому критерию Фридмана достоверна на третьем уровне значимости. Наиболее уязвимыми являются сообщества групп 1-3. Явно выделяются очаги синантропизации и инвазии как в фито-, так и в зоосообществах в районе Имеретинской бухты (рис. 2, І). Этот же участок характеризуется наименьшей долей фоновых видов. Минимальный уровень дигрессии по всем используемым показателям отмечен для ветландов (рис. 2, ІІ) и остаточных петро-псаммофильных сообществ близ границы с Республикой Абхазия (рис. 2, III).

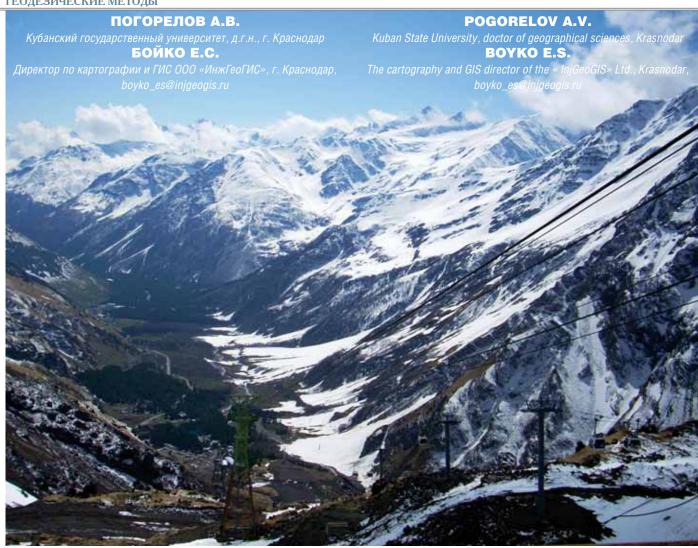
Заключение

При экологической оценке биогеоценозов необходимо применять дифференцированный подход к наземным и водным типам ландшафтов. Для экологического зонирования наиболее адекватную картину состояния экосистемы дает использование суммарного рангового критерия k_{sp} , который позволяет интегрально отразить степень дигрессии исследуемой территории. Целесообразно для расчетов k_{src} использовать такие показатели, как: коэффициент синантропизации, коэффициент инвазивности, доля видов от фона, биоразнообразие, геохимический суммарный показатель загрязнения почв. Поскольку вклад отдельных модельных групп в суммарный коэффициент различен, целесообразно использовать несколько модельных групп, затрагивающих по возможности все трофические уровни. Для водных биоценозов более репрезентативный материал дает использование шкал сапробности и трофности. 🎨



Список литературы

- 1. *Акатов В.В.*, *Акатова Т.В.*, *Бибин А.Р. и др.* Природные комплексы Имеретинской низменности: биологическое разнообразие, созологическая значимость, рекомендации по сохранению. Краснодар: ООО «Копи-Принт», 2009. 93 с.
- 2. *Антишина Г.С.* Урбанофлора как компонент экосистемы городов таежной зоны (на примере Карелии) // Экология. 2003. № 4. С. 243—247.
- 3. *Бей-Биенко Г.Я., Мищенко Л.Л.* Саранчовые фауны СССР и сопредельных стран: Опр. по фауне СССР. М.—Л.: Изд-во Ин-та зоологии АН СССР, 1951. Т. 38. Ч. 1. С. 1–380.
- 4. *Бей-Биенко Г.Я., Мищенко Л.Л.* Саранчовые фауны СССР и сопредельных стран: Опр. по фауне СССР. М.—Л.: Изд-во Ин-та зоологии АН СССР, 1951. Т. 40. Ч. 2. С. 381–667.
- 5. Бобров А.А., Чемерис Е.В. Изучение растительного покрова ручьев и речек: методика, приемы, сложности // Материалы VI Всероссийской школы-конференции по водным макрофитам «Гидроботаника-2005». Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. С. 181–203.
- 6. *Воробейчик Е.Я.* Экология импактных регионов: перспективы фундаментальных исследований // Материалы VI Всероссийского популяционного семинара. Нижний Тагил, 2004. С. 36–45.
 - 7. Воронов А.Г. Геоботаника. М., 1973. 348 с.
 - 8. Всеволодова-Перель Т.С. Дождевые черви фауны России. М.: Наука, 1997. 102 с.
- 9. *Гашев С.Н.* Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 2000. 220 с.
- 10. Гиляров М.С. Учет крупных почвенных беспозвоночных мезофауны // Методы почвенных зоологических исследований. М.: Наука, 1975. С. 12–29.
 - 11. Голлербах М.М., Красавина Л.К. Определитель пресноводных водорослей СССР. Харовые водоросли. Л., 1983. 190 с.
 - 12. Государственные стандарты. Охрана природы. Почвы. М.: Изд-во стандартов, 1994. 76 с.
- 13. *Ефремов А.Н., Свириденко Б.Ф.* Флора и растительность водных объектов Имеретинской низменности (Северо-Западный Кавказ) // Сборник научных трудов биологического факультета. Сургут: ИЦ СурГУ, 2008. С. 12–24.
 - 14 . Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991.184 с.
 - 15. Зауэр Л. М. Зеленые водоросли: Сифоновые // Определитель пресноводных водорослей СССР. Л., 1980. Т. 13. С. 90–152.
- 16. Кантор Ю. И., Сысоев А.В. Каталог моллюсков России и сопредельных стран. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 627 с.
 - 17. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л.: Наука, 1981. 188 с.
 - 18. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
 - 19. Лихарев И.М., Раммельмейер Е.С. Наземные моллюски фауны СССР. М.: Изд-во АН ССР, 1952. 512 с.
- 20. Лященко Е.А. Ландшафтная оценка степени антропогенной трансформации рекреационной зоны Причерноморья // Труды международной школы-конференции «Ландшафтное планирование. Общие основания. Методология. Технология». М.: Географический факультет МГУ, 2006. С. 1–7.
 - 21. Методы сбора наземных беспозвоночных и составления коллекций. Воронеж, 1998. 28 с.
 - 22. Некрутенко Ю.П. Дневные бабочки Кавказа: Определитель. Киев: Наукова Думка, 1990. 216 с.
 - 23. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. М.: Сов. наука, 1953. 502 с.
- 24. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск: Наука, 1967. С. 66–75.
- 25. Ревич Б.А., Сает Ю.Е., Смирнов Р.С. и др. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982. 112 с.
 - 26. Свириденко Б.Ф. Флора и растительность водоемов Северного Казахстана. Омск: ОмГПУ, 2000. 196 с.
 - 27. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Минстрой России, 1996. 50 с.
- 28. Стаселько Е.А. Биоиндикация и экологическое нормирование урбанизированных территорий (на примере города Элиста): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2007. 36 с.
 - 29. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР. М.: Наука, 1990. 728 с.
- 30. *Тереньтев П.В.* Дальнейшее развитее метода корреляционных плеяд // Применение математических методов в биологии. Л.: ЛГУ, 1960. С. 27–36.
- 31. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-Ф3 «Об охране окружающей среды». М.: ГД ФС РФ, 2002 (с изменениями от 22.08.2004, 29.12.2004, 9.05.2005, 31.12.2005, 18.12.2006, 26.06.2007 гг.).
 - 32. Флора Нижнего Поволжья. М.: Т-во науч. изд. КМК. 2006. Т. 1. 435 с.
- 33. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
- 34. *Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С.* Краткий определитель пресноводных беспозвоночных центра Европейской России. М.: МАКС Пресс, 2003. 196 с.
- 35. Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat. Ramsar, Iran, 02.02.1971. http://www.ramsar.org/key_conv_e.htm.



МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ГОРНЫХ СКЛОНАХ ПО ДАННЫМ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

MODELING SNOW DISTRIBUTION ON MOUNTAIN SLOPES USING LASER SCANNING DATA

Ключевые слова: горные склоны; горный рельеф; снежный покров; толщина; распределение; моделирование; картографирование; воздушное лазерное сканирование.

Аннотация: в настоящей статье рассматриваются результаты моделирования (картографирования) поля толщины снежного покрова в условиях горного рельефа по данным воздушного лазерного сканирования.

ифровые модели рельефа (ЦМР, в англоязычной терминологии — Digital Elevation Models, DEM) в настоящее время широко вовлекаются в инженерно-геодезические изыскания, географические и прочие исследования. Их применению способствуют интенсивно развивающиеся технологии дистанционного зондирования и цифрового моделирования земной поверхности. Один из современных источников пространственно координированных данных о земной поверхности, обладающих геодезической точностью, — материалы воздушного лазерного сканирования (лидарной съемки). Лазерное сканирование позволяет строить высокоточные модели рельефа (так называемой «голой земли»), а также естественных объектов, находящихся на топографической поверхности («рельефоидов»). К последним относятся главным образом растительный покров, сезонный снежный покров и т.п.

Key words: mountain slopes; mountain relief; snow cover; thickness; distribution; modeling; mapping; airborne laser scanning.

Abstract: the article deals with modeling (mapping) results of the snow cover thickness field in mountain relief conditions using airborne laser scanning.

> Имеющийся опыт моделирования демонстрирует широкие перспективы практической и научной реализации цифровых моделей рельефа и рельефоидов, в том числе при исследовании снежного покрова [2-6, 10-13, 15] и растительности [4, 7].

В настоящей статье рассматриваются результаты моделирования (картографирования) поля толщины снежного покрова в условиях горного рельефа по данным воздушного лазерного скани-

Сведения об экспериментальных полигонах

Полигон	Речной Элемент орографи бассейн Западного Кавказ		Площадь, км²	Диапазон абсолютных высот, м
Фиштинский	Реки Пшеха, левобережье реки Кубань	Северный макросклон, массив Пшехасу, горная группа Фишта	7,69	1053–2153
Аибгинский	Река Мзымта	Южный макросклон, хребет Аибга	4,96	714–2515

рования. Основное практическое предназначение таких моделей (карт) — определение лавинной опасности (включая ее геоморфологический аспект), расчеты снеговой нагрузки на инженерные сооружения, оценка условий зимней рекреации.

Наибольший интерес для зон зимней рекреации представляет, разумеется, оценка лавинной опасности. Отметим, что для подобной оценки необходимы главные составляющие: (1) цифровая модель рельефа на микромасштабном уровне, позволяющая установить крутизну, шероховатость поверхности и другие полезные параметры; (2) модель толщины снежного покрова, которая оперативно может быть получена по материалам лидарной съемки. На данном этапе авторы ограничились этими двумя моделями. В отечественной практике цифровые модели рельефа в последнее время все чаще применяются в исследованиях снежных лавин и для оценки лавинной опасности [1, 8, 9].

Съемки проводились в многоснежных районах Западного Кавказа в верховьях рек Пшеха и Мзымта (на территории Краснодарского края). Все расчеты выполнялись для двух экспериментальных полигонов, получивших названия «Фиштинский» (рис. 1) и «Аибгинский» (рис. 2) — по названиям известного массива Фишт (в верховьях р. Пшеха) и хребта Аибга (в бассейне р. Мзымта) соответственно. Сведения об этих полигонах приведены в табл. 1. Их ландшафты представлены задернованными альпийскими склонами, осыпями, скальными обнажениями, пихтово-буковым лесом, криволесьем и субальпийскими кустарниками. Верхняя граница пихтово-букового леса Фиштинского полигона находится примерно на высоте 1600-1700 м (см. рис. 1), на Аибгинском полигоне — 1700–1800 м (см. рис. 2).

Работы выполнялись комплексом воздушного лазерного сканирования ALS50-II производства швейцарской фирмы Leica. Технология съемки и последующей обработки материалов

описана в ряде предыдущих публикаций авторов настоящей статьи [2, 5 и др.]. Как видно из табл. 2, густота точек съемки достаточна для построения цифровых моделей анализируемых поверхностей с заданным пространственным разрешением 1 м. Подобное разрешение отвечает задачам описания морфологической структуры рельефа на микромасштабном уровне анализа.

По данным съемки 19 октября 2007 года были получены базовые цифровые модели рельефа (DEM). При построении регулярной модели (грида) ячейкам присваивались значения с наибольшей высотой, представленные преимущественно точками первых лазерных отражений. Полученная модель корректировалась по ортофотоизображениям, позволявшим четко определить проекционные границы растительного покрова и других типов поверхности и устранить артефакты. В отношении конкретных географических условий это, по существу, цифровая модель внешней оболочки земной поверхности (Digital Surface Model — DSM). Строго говоря, к классу DSM относится и снежный покров, но применительно к нему употреблялась специальная аббревиатура.

В многоснежных горах Западного Кавказа земную поверхность фактически образует сезонный снежный покров, поле которого формируется по своим географическим законам. Модель поверхности снежного покрова была названа авторами SSEM (Snow Surface Elevation Model).

По данным съемки 22 апреля 2007 года (в период весеннего снегонакопления) была построена модель SSEM. Расчет поля толщины снежного покрова выполнялся как разность (SSEM – DEM). При моделировании поверхностей и расчетах морфометрических переменных авторами была применена апробированная методика, базирующаяся на ГИС-технологиях (ArcGIS компании ESRI, США; TerraScan, TerraModeler компании TerraSolid, Финляндия).



Рис. 1. Ортофотоплан экспериментального полигона в верховьях бассейна реки Пшеха (дата съемки — 22.04.2007 г.)

Толщина слоя снега определялась авторами двумя способами: (1) перпендикулярно поверхности геоида (h_g) ; (2) перпендикулярно поверхности склона (истинной земной поверхности) в данной точке (h_g) . Расчет последней выполнялся по формуле (SSEM —DEM)×соѕ SI, где SI — угол наклона поверхности. Для сравнения: разность максимальных

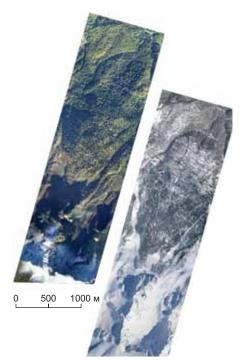


Рис. 2. Ортофотоплан Аибгинского экспериментального полигона на даты осенней 19.10.2007 г. (слева) и весенней 22.04.2007 г. (справа) съемок

Габлииа 2

Количественные показатели лидарной съемки экспериментального полигона в верховьях реки Пшеха

Показатели	Дата съемки		
HUNASAICAN	19.10.2007	22.04.2007	
Общее количество неклассифицированных точек лазерного отражения	39 810 274	44 290 097	
Средняя плотность точек съемки, точка/ ${\rm m}^2$	5,17	5,80	
Количество точек, отразившихся от поверхности земли/снега по результатам классификации	22 527 142	29 407 127	
Средняя плотность точек съемки, отразившихся от поверхности земли/снега, точка/м 2	2,90	3,80	

значений толщины снежного покрова для обеих моделей составила 11% (22,6–20,1 м).

Все аналитические и картометрические операции целесообразно выполнять с картами в одной системе отсчета, а именно с применением модели геоида. Для статистических оценок были использованы карты толщины слоя снега $h_{\rm g}$, рассчитанной первым способом. Цифровые модели толщины снежного покрова («рельефоида») показаны на рис. 3.

Данные модели дают богатый материал для последующей многообразной, а самое главное, количественной интерпретации факторов распределения снега, из которых основными являются морфометрические показатели рельефа, растительность, метелевоветровой перенос.

Достигая толщины 3–10 м и более, сезонный снежный покров изменяет морфологию физической поверхности. Судя по моделям толщины снежного покрова (см. рис. 3), наибольшие ее величины в момент измерений достигали 22,6 и 18,9 м на территории Фиштинского и Аибгинского полигонов соответственно. Рассмотрим микро- и мезомасштабные особенности структуры поля снежного покрова.

Известно, что в многоснежных горах ведущей мезомасштабной закономерностью в распределении снега является фоновое увеличение снежности с высотой местности, обусловленное высотными изменениями осадков и термического режима. Для исключения влияния высотного тренда на толщину снежного покрова были построены профили толщины h вдоль горизонталей «голой земли». Примеры профилей по данным Фиштинского полигона показаны на рис. 4. Профили образованы всей совокупностью точек вдоль горизонталей с шагом 1 м. Непрерывная протяженность выбранных горизонталей в границах полигона неодинакова, поэтому протяженность профилей изменялась от 6,5 км (горизонталь 1400 м) до 16,4 км (1800 м). При выборе диапазона высот авторы исходили, во-первых, из начавшегося на дату съемки таяния на отметках ниже 1400 м и, во-вторых, из заметного увеличения крутизны склонов выше 1800 м, приводящего к гравитационному перераспределению снега.

Средняя толщина снежного покрова в рассматриваемом диапазоне высот 1400–1800 м закономерно увеличивается с высотой от 1,52 до 2,96 см (табл. 3). Наибольшие значения толщины (от 3 до 12,8 м) характеризуют экстремальные приращения «рельефоида» в виде слоя снега по линиям горизонталей. Стандартные отклонения о и особенно коэффициенты вариации Сv следует трактовать с позиций влияния на изменчивость толщины снежного покро-

ва его факторов: растительности, микрорельефа, метелево-ветрового переноса. Заметим, что перечисленные факторы не только имеют интегральный эффект в формировании поля снежного покрова, но и опосредованы друг другом. Так, резкое увеличение вариабельности толщины снежного покрова на отметках 1700 и 1800 м (коэффициенты вариации 0,61 и 0,81 соответственно) вызвано расположением этих горизонталей в основном выше границы леса и, следовательно, усилением фактора ветрового перераспределения снега. Таким образом, роль лесного покрова отчетливо обнаруживает себя в статистических показателях распределения анализируемого поля (см. табл. 3).

Важнейший фактор устойчивости снега на склонах и, следовательно, лавинообразования — крутизна склонов, которой было уделено особое внимание. Эффективным приемом описания зависимости толщины слоя снега h от крутизны склонов Sl является расчет и картографирование пространственно распределенной парной корреляции. Для этого были использованы алгоритмы Дж. Дженнесса [14], предназначенные для операций с растрами. Расчеты по двум соответствующим картам (толщины снежного покрова и крутизны земной поверхности) выполнялись методом скользящего окна с применением коэффициента корреляции Пирсона r. В качестве формы скользящего окна была выбрана окружность с переменным радиусом — 15 и 30 м. Вы-

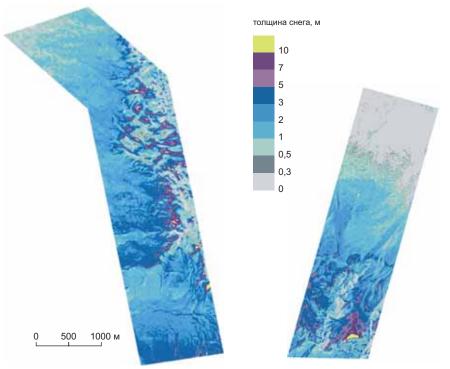


Рис. 3. Распределение толщины снежного покрова на Фиштинском (слева) и Аибгинском (справа) полигонах



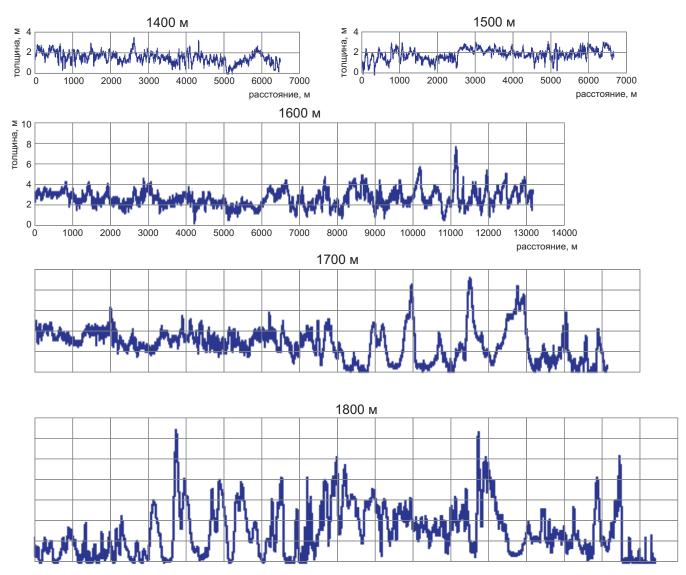


Рис. 4. Распределение толщины снежного покрова вдоль горизонталей на Фиштинском полигоне

бор размеров радиуса был продиктован в первую очередь его соизмеримостью с масштабом анализируемых явлений (микрорельефа и эпигенетической или унаследованной изменчивости толщины снежного покрова), а также экспериментальным характером построений. Результаты расчетов показаны на картах распределения коэффициента корреляции (рис. 5).

Анализ распределения коэффициента корреляции крутизны склонов и толщины снежного покрова позволяет заключить следующее. Модели с разным радиусом отличаются степенью детализации отображаемой корреляции, что фактически вызвано неодинаковыми объемами выборки в скользящем окне, включающем разный набор морфологических элементов поверхности. Однако общий рисунок распределения г не меняется, что показывает устойчивость структуры связи при некотором изменении масштаба сглаживания. Как и следовало ожидать, меньший радиус корреляции (15 м) способен показать

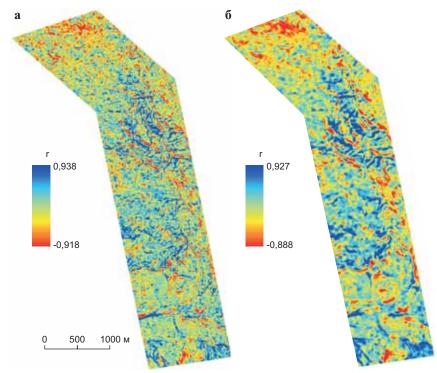


Рис. 5. Распределение коэффициента корреляции Пирсона r крутизны склонов и толщины снежного покрова, рассчитанного с радиусом 15 м (а) и 30 м (б) на Фиштинском полигоне

Таблица 3

Статистические показатели распределения толщины снежного покрова вдоль горизонталей

Горизонталь, м	Протяженность профиля, км	<i>Mean*</i> , м	<i>Max</i> **, м	σ***, M	C,****
1400	6,48	1,52	3,38	0,52	0,34
1500	6,64	1,87	3,01	0,50	0,27
1600	13,18	2,57	7,47	0,85	0,33
1700	15,10	2,66	9,06	1,61	0,61
1800	16,39	2,96	12,77	2,39	0,81

- * Меап среднее значение толщины снежного покрова.
- ** Мах наибольшее значение толщины снежного покрова.
- *** σ стандартное отклонение.
- **** С. коэффициент вариации.

случаи более тесной связи Sl и h, поэтому экстремальные величины r достигают значений 0,918–0,938, что несколько больше, чем при радиусе окна 30 м (см. рис. 5).

Наиболее важные выводы, которые можно сделать из анализа корреляции крутизны склонов и толщины слоя снега, таковы: (1) наблюдается чрезвычайная пестрота поля корреляции Sl и h с высокой амплитудой r (от -0.9 до 0.9) и одновременно анизотропность данного поля; (2) налицо неоднозначность проявления связи Sl и h: случаи прямой (сине-голубая зона на рис. 5) и обратной (красно-желтая зона) корреляции представлены примерно в равной степени.

Тем не менее существуют определенные территориальные закономерности связи Sl и h, выраженные в относительно компактном сосредоточении значений r с преобладающим знаком. Так, в нижней (северо-западной) части полигона на эрозионно-денудационных склонах с небольшими крутизной и расчленением повсеместно наблюдаются отрицательные значения корреляции, то есть преобладает обратная связь (при росте крутизны Sl толщина слоя снега h в основном уменьшается). Участки с положительной связью имеют вид редких небольших пятен. На крутых склонах обвально-осыпного сноса безусловно доминируют значения r < 0.

Однако на эрозионно-денудационных склонах выше границы леса случаи положительной корреляции гораздо более представительны. Здесь усиление метелево-ветрового перераспределения снега играет ключевую роль в формировании положительной связи между SI и h. По мнению авторов, феномен, казалось бы, парадоксального роста толщины слоя снега с ростом крутизны отражает главным образом два «морфологических» случая, относящихся к во-

гнутой и выпуклой формам земной поверхности соответственно: (1) повышенное снегонакопление в понижениях с крутыми бортами; (2) образование снежных карнизов (карнизообразных форм) и надувов на крутых подветрен-

ных склонах в местах резких выпуклых перегибов.

В заключение отметим следующее. Материалы лазерного сканирования позволяют ставить и решать круг задач, нацеленных на описание морфологических свойств микрорельефа и «рельефоидов», в том числе образованных сезонным снежным покровом на земной поверхности. Опыт авторов по анализу высокоточных моделей рельефа и толщины снежного покрова показал продуктивность их сравнительных количественных оценок, базирующихся на морфометрических и геостатистических методах. Важной содержательной составляющей (снеговедческой и лавиноведческой) подобных оценок является возможность количественного обоснования вклада рельефа в формирование поля снежного покрова и проверки рабочих гипотез влияния рельефа на распределение снега в разных географических условиях.

Список литературы

- 1. Божинский А.Н., Молоткова Ж.Е. О вероятностном крупномасштабном зонировании лавиноопасной территории // Материалы гляциологических исследований. 2007. Вып. 103. С. 87–90.
- 2. Бойко Е.С., Погорелов А.В. Оперативная оценка снегонакопления по данным воздушного лазерного сканирования // Геопрофи. 2008. № 1. С. 48–50.
- 3. Погорелов А.В., Бойко Е.С. Исследование микро- и мезомасштабной структуры поля снежного покрова в горах на основе технологии лазерного сканирования // Лед и снег. 2010. № 2 (110). С. 35–42.
- 4. Погорелов А.В., Бойко Е.С., Ризаев И.Г. Использование лазерно-локационных данных для моделирования и анализа структуры рельефа и рельефоидов горных территорий // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. 2009. № 4 (21). С. 46–52.
- 5. Погорелов А.В., Бойко Е.С., Ризаев И.Г. Исследование структуры поля снежного покрова в горах с использованием технологии воздушного лазерного сканирования: постановка проблемы и предварительные результаты // Геоинжиниринг. 2008. № 1(5). С. 14–22.
- 6. Погорелов А.В., Бойко Е.С., Ризаев И.Г. Применение воздушного лазерного сканирования для моделирования поля снежного покрова на горных склонах // Пространственные данные. 2007. № 4. С. 34—38.
- 7. *Ризаев И.Г.* Исследование растительного покрова на горном склоне по данным воздушного лазерного сканирования // Географические исследования Краснодарского края: сб. науч. тр. Вып. 3. Краснодар, 2008. С. 75–81.
- 8. *Седова А.С.* Оценка в среде ГИС лавинной опасности для выбора противолавинных мероприятий (на примере Хибин) // Инженерная геология. 2007. № 6. С. 48–49.
- 9. Седова А.С., Селиверстов Ю.Г., Тумасьева В.А. и др. Цифровая модель рельефа как основа для исследования снежных лавин // Лед и снег. 2010. № 2 (110). С. 43–49.
- 10. *Deems J.S., Painter T.H.* Lidar measurement of snow depth: Accuracy and error sources/Proceedings of the 2006 International Snow Science Workshop. Telluride. CO. 2006. P. 384–391.
- 11. Fassnacht S.R., Deems J.S. Scaling assotiated with averaging and resampling of LI-DAR-derived mountain snow depth data // 62d Eastern Snow Conference. Waterloo, ON, Canada, 2005. P. 163–172.
- 12. *Hopkinson C., Sitar M., Chasmer L. et al.* Mapping the spatial distribution of snow-pack depth beneath a variable forest canopy using airborne laser altimetry // 58th Annual Eastern Snow Conference. Ottawa, Ontario, Canada, 2001. P. 253–264.
- 13. Hopkinson C., Sitar M., Chasmer L. et al. Mapping snowpack depth beneath forest canopies using airborne LIDAR // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 2004. V. 70. P. 323–330.
- 14. *Jenness J.S.* Calculating landscape surface area from digital elevation models // Wildlife Society Bulletin. 2004. № 32(3). P. 829–839.
- 15. Miller S.L., Elder K.J., Cline D., et al. Use of LIDAR for measuring snowpack depth / Fall Meeting Supplement. Eos, Transactions, American Geophysical Union. San Francisco, CA, 2003. V. 84 (46). Abstract C42C-05.



ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ОЦЕНКЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

SOME EXPERIENCE IN USE OF EARTH REMOTE SENSING FOR SEISMIC HAZARD ESTIMATION

ОВСЮЧЕНКО Н.И.

Начальник тематической партии ЗАО «НИПИ "ИнжГео"», к.г.-м.н., г. Краснодар, injgeo@injgeo.ru

OVSIUCHENKO N.I.

The head of the theme party of the «Research and Design Institute "IngGeo"» closed joint stock company, candidate of geological-mineralogical sciences, Krasnodar

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли; космические снимки; оценка сейсмической опасности; деформации земной коры; разломы; сейсмодислокации; экзогенные геологические процессы (ЭГП); активные тектонические нарушения; сейсмогенные оползни; дешифрирование; генерализация; морфотектонический анализ; структурно-геоморфологический анализ.

Аннотация: статья рассказывает об опыте локализации и оценки степени современной активности опасных геологических процессов с помощью структурно-геоморфологического анализа материалов дистанционного зондирования Земли в различных регионах России.

Key words: Earth remote sensing; satellite photographs; seismic hazard estimation; Earth crust deformations; faults; seismic dislocations; exogenous geological processes; active tectonic faults; seismogenic landslides; interpretation; generalization; morphotectonic analysis; structural-geomorphological analysis.

Abstract: the article tells about some experience of localization and estimation of the modern activity degree of hazardous geological processes using structural-geomorphological analysis of the Earth remote sensing materials in some regions of Russia.

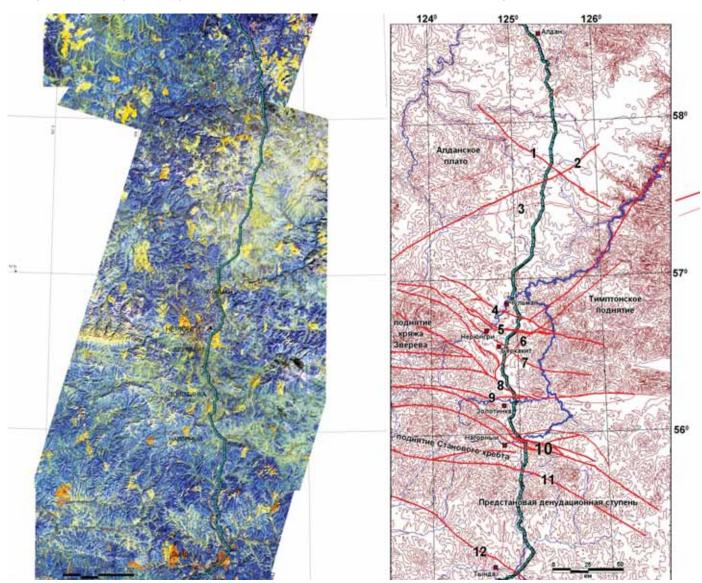


Рис. 1. Космокарта, полученная на основе цифровых спектрозональных космоснимков Landsat TM, и карта сейсмоактивных разломов, составленная с использованием космоснимков как основа для детального сейсмического районирования территории вдоль трассы нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий океан» (Южная Якутия)



рогресс в исследовании опасных геологических процессов тесно связан с применением материалов дистанционного зондирования Земли, позволяющих выделять, анализировать и ранжировать различные геологические структуры. Материалы космических съемок отражают все формы — результаты современных, вековых, новейших и древних тектонических движений. А при применении повторных съемок в сейсмоактивных районах можно непосредственно фиксировать как быстрые, так и медленные современные движения земной коры, их интенсивность и направленность, что позволяет применять данный метод для их мониторинга [5].

Изучение сейсмической опасности по материалам дистанционного зондирования основывается на идентификации остаточных явлений и деформаций земной коры. Эти материалы отражают участки повышенной трещиноватости и зоны глубинных, региональных и локальных разломов с тяготеющими к ним сейсмодислокациями, являющимися местами наиболее вероятного возникновения сильных землетрясений (рис. 1).

Космические снимки обладают двумя качествами, обусловливающими специфический характер их информативности: (1) обзорностью; (2) естественной генерализацией.

Обзорность космических снимков позволяет выявлять пространственные взаимоотношения тектонических структур любых порядков. Естественная генерализация дает возможность получения ранжированной информации о строении земной коры и выявления новых объектов путем интеграции геолого-ландшафтных признаков. При этом возникает эффект «просвечивания», или «рентгеноскопичности» [1], когда структуры фундамента могут «просвечивать» сквозь толщу рыхлых отложений мощностью в сотни метров. Разные уровни генерализации космических снимков выявляют специфические наборы отражаемых геологических объектов. При уменьшении масштаба изображения укрупняется ранг дешифрируемых структур, то есть происходит объективная естественная генерализация структурного плана поверхности Земли. По эмпирическим данным, качественные изменения информативности происходят при изменении масштаба снимка в 3–5 раз [4].

Примеры получения карт активных разломов показаны на рис. 2 (путем интеграции геолого-ландшафтных при-

знаков) и рис. 3 (путем последовательной генерализации материалов дистанционного зондирования). На рисунке 4 представлена схема дешифрирования аэрофотоснимков. Последовательная генерализация материалов дистанционного зондирования позволила выявить сеть активных тектонических нарушений, что было подтверждено полевыми маршрутными, геофизическими и горно-буровыми работами.

Современное состояние средств дистанционного зондирования Земли позволяет дополнить свойства обзорности и естественной генерализации

свойством детальности для изучения локальных проявлений сейсмичности и детального изучения активных разломов.

В целях изучения современной тектоники тематическое дешифрирование применяется в двух аспектах [2]: (1) геолого-геоморфологическое дешифрирование, включающее морфоструктурную и морфодинамическую составляющие; (2) структурно-ландшафтное дешифрирование, ориентированное на идентификацию структурно предопределенных природно-территориальных комплексов, или геосистем.

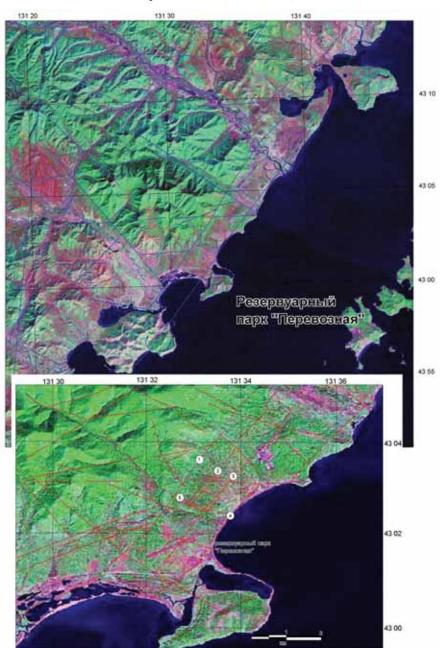
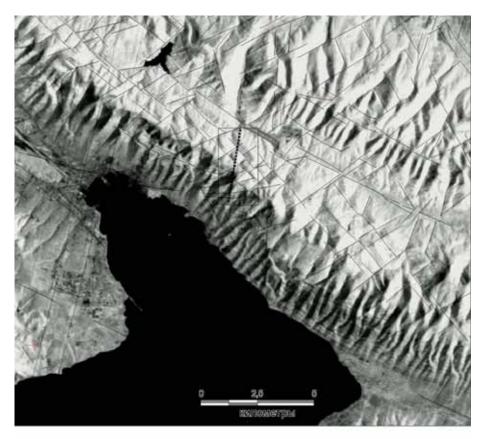


Рис. 2. Космокарты, составленные на основе цифровых спектрозональных космоснимков Landsat-4/5 и Landsat-7 (площадка проектируемого резервуарного парка «Перевозная», Южное Приморье). Схемы линеаментов отражают степень генерализации космоизображений. Красными линиями показаны основные линеаменты. Сопоставление с материалами региональных геолого-геофизических исследований показывает соответствие элементов линеаментной структуры разломам в кристаллическом фундаменте и осадочном чехле территории

В качестве основы для дешифрирования линейных тектонических элементов в ЗАО «НИПИ "ИнжГео"» используются различные сканерные космические снимки (в частности, Landsat ТМ и ЕТМ+ с пространственным разрешением на местности 15–30 м), космофотоснимки с разрешением 5–15 м, материалы космической радарной съемки 3-секундного разрешения, а также цифровые аэрофотоснимки и

материалы лазерного сканирования масштаба 1:2000.

Результатами дешифрирования являются: (1) анализ закономерных и аномальных сочетаний типов и комплексов экзогенных геологических процессов (ЭГП); (2) идентификация структурно-зависимых ландшафтных комплексов; (3) выявление и точная локализация на местности активных тектонических нарушений.



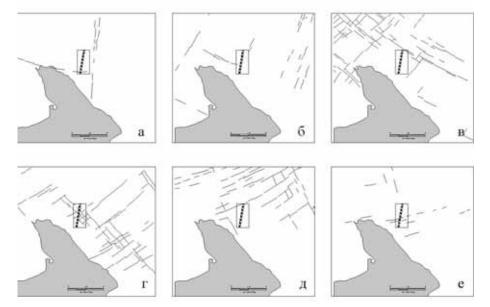


Рис. 3. Космофотолинеаменты и регматические системы планетарной трещиноватости в районе города Новороссийска (прямоугольником выделен район технологического туннеля «Грушовая — Шесхарис»). Схема составлена на основе космофотоснимка МК

На рисунке 5 представлен фрагмент цифрового космоснимка долин рек Сочи, Мамайка и Дагомыс, а также фотография одного из крупных сейсмогенных оползней (возникшего при оползании целой вершины), грандиозный размер и характер строения которого позволяют констатировать связь его схода с сильным землетрясением. Аналогичное строение и происхождение имеют и остальные оползни, выявленные при дешифрировании материалов дистанционного зондирования. Они связаны с зонами активных разломов. Таким образом, полученная карта позволила разделить активные разломы на сейсмогенные и несейсмогенные. Зоны таких разломов являются опасными из-за возможных сильных сейсмических сотрясений и схода крупных разрушительных оползней.

Для выявления и точной локализации на местности активных тектонических нарушений применяется методика морфотектонического анализа выявления элементов тектоники по совокупности структурных черт рельефа с применением данных дистанционного зондирования. Принципиальной основой морфотектонического анализа является соответствие рельефа темпам и характеру эндогенных процессов, что определяет две составляющие морфотектонического картирования — морфоструктурную и морфодинамическую. Относительные смещения блоков в процессе неотектонической активизации создают основные черты рельефа (морфоструктуры), ограниченные активными разломами, а характер экзогенной геодинамики отражает характер современной геодинамической активности в пределах блоков и межблоковых линейных зон.

Характерный пример активного межблокового сочленения показан на рис. 6, на котором представлены материалы космической радарной съемки территории вдоль трассы нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий океан» (Северное Забайкалье). Зона высокоактивного сейсмогенерирующего Верхнеангарского разлома уверенно идентифицируется на границе Верхнеангарской впадины и горного хребта по местам тектонических деформаций молодых форм рельефа. Дешифрирование материалов дистанционного зондирования позволило точно локализовать на местности отдельные сегменты разломной зоны, тем самым выявив участки возможных повреждений трубопровода.



Дешифрирование аэрофотоснимков района туннеля Грушовая-Шесхарис

Аэрофотокарта района туннеля Грушовая-Шесхарис Сводная карта линеаментов, выделенных по аэрофотоснимкам 1:10000

Рис. 4. Схема дешифрования аэрфотоснимков в районе технологического туннеля «Грушовая — Шесхарис»



Рис. 5. Фрагмент цифрового космоснимка Landsat-7 (долин рек Сочи, Мамайка, Дагомыс). Красными линиями показаны активные разломы, черными — наиболее крупные сейсмогенные оползни. Вверху — фотография одного из оползней



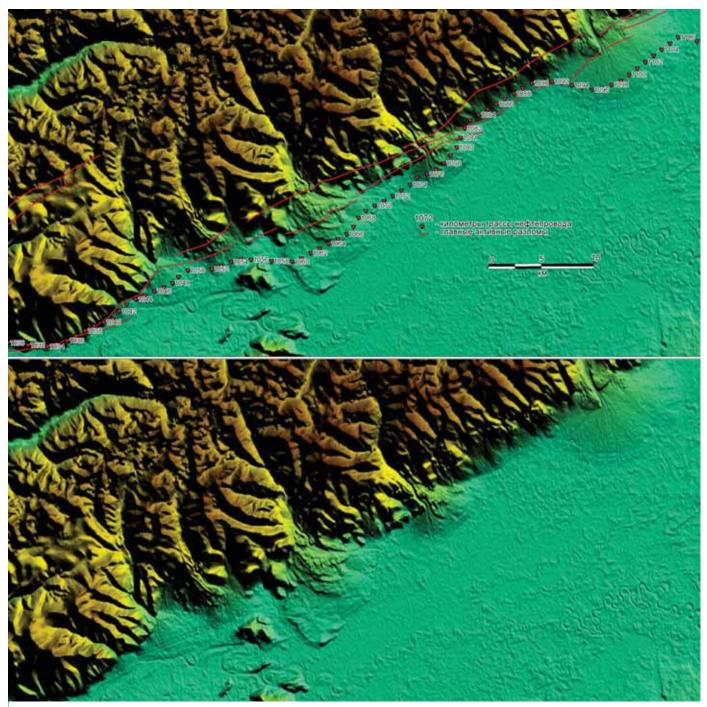


Рис. 6. Материалы космической радарной съемки территории вдоль трассы нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» (Северное Забайкалье). Зона высокоактивного сейсмогенерирующего Верхнеангарского разлома уверенно идентифицируется на границе Верхнеангарской впадины и горного хребта по местам тектонических деформаций молодых форм рельефа

Наиболее благоприятным геоморфологическим объектом для выявления новейших и современных тектонических движений являются речные долины, так как речное русло особенно чувствительно ко всякого рода тектоническим перемещениям. Перестройка речного русла во времени неизбежно отражается на морфологии поймы, склонах речной долины, особенностях ее геоморфологического строения, находящих отражение в количестве, высоте, типах речных террас, их сохранности и характере поведения. При этом изучение на исследованной территории

речных пойм, имеющих обычно позднеголоценовый возраст (сотни — первые тысячи лет), современного русла (десятилетия), а также комплекса надпойменных террас позволяет делать вывод об особенностях и тенденциях проявления молодых и современных тектонических движений, что крайне важно для решения ряда практических вопросов.

На рисунке 7 представлен пример выявления активного разлома с применением объемной модели рельефа, построенной на основе аэрофотоснимков. Примененный комплексный мето-

дический подход позволил констатировать, что в зоне данного разлома не раз происходили сейсмотектонические подвижки (смещения). Таким образом, он является структурой, контролирующей сейсмические проявления на этом участке трассы нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий океан» (Южная Якутия).

Рисунок 8 демонстрирует пример выявления активного разлома с применением детальных цифровых аэрофотоснимков долины реки Мзымта в районе пересечения с Кепшинским разломом (район устья рек Ахцу и Кепша).

В северо-восточном, опущенном, крыле разлома располагается участок резкого расширения долины, в котором происходит интенсивная аккумуляция речных отложений. Это указывает на наличие молодой (возможно, периодически обновляемой) аллювиальной подпруды в зоне Кепшинского разлома. Анализ аэрофотоснимков позволил выявить и предварительно привязать на местности зоны высокоактивного разлома.

Изучение тенденций экзогеодинамического развития, или морфодинамики, территории включает две составляющие: (1) выделение современных и палеоморфолитодинамических комплексов (изучение тенденций развития рельефа и накопления рыхлых отложений в голоцене и позднем плейстоцене); (2) изучение современных проявлений экзогеодинамики.

Дешифрирование проявлений экзогенных геологических процессов (ЭГП) основывается на детальном анализе их форм, последовательном анализе их ассоциаций, парагенетических взаимосвязей, морфодинамических комплексов и в конечном счете их региональных закономерностей как отражения структурных особенностей территории. Мелкомасштабное дешифрирование ЭГП и условий экзогеодинамики в целом опирается на совокупность косвенных индикаторов — на морфологию рельефа (крутизну склонов, высоту, расчлененность, площади и типы водосборов и др.) и реже на прямые индикаторы для наиболее крупных проявлений ЭГП.

На рисунке 9 представлен пример катастрофического проявления оползневого процесса, инициированного древним сильным землетрясением. Участок проявления таких масштабных сейсмогравитационных процессов является потенциально опасным и в будущем.

Таким образом, при точной локализации на местности и оценке степени современной активности опасных геологических процессов в качестве подготовительного этапа используется структурно-геоморфологический анализ широкого спектра материалов дистанционного зондирования [3]. Примененная методика показала достаточно высокую эффективность при выявлении и изучении опасных процессов в различных регионах России, включая Центральный и Северо-Западный Кавказ, Восточную Сибирь, Приморье и др. (работы выполнялись совместно с постоянным партнером — Институтом физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН). 🗞



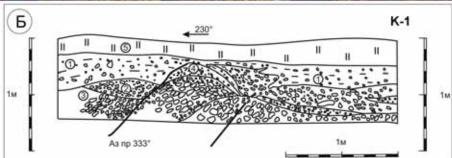




Рис. 7. Пример выявления активного разлома с применением объемной модели рельефа, построенной на основе аэрофотоснимков (трасса нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий океан», Южная Якутия): А — модель рельефа, на которой хорошо видно смещение надпойменных террас в зоне активного разлома (линия разлома показана стрелками); Б, В — смещение четвертичных отложений в зоне разлома (зарисовка и фотография стенки зачистки)

Список литературы

- 1. Верещака Т.В., Зверев А.Т., Сладкопевцев С.А., Судакова С.С. Визуальные методы дешифрирования. М.: Недра, 1990. 341 с.
- 2. *Овсюченко А.Н., Шварев С.В.* Детальный морфотектонический анализ и оценка современной активности разрывных структур краевой части Северо-Западного Кав-каза (Маркотхский хребет) // Геоморфология. 2005. № 2. С. 58–73.
- 3. *Овсюченко Н.И*. Изучение современной активности тектонических нарушений в сейсмоопасных районах // Геопрофи. 2006. № 1. С. 51–55.
- 4. *Скарятин В.Д*. Об изучении разрывной тектоники по комплексу разномасштабных космоснимков Земли (метод многоступенчатой генерализации) // Изв. вузов. Геология и разведка. 1973. № 7. С. 62–67.
- 5. *Burgmann R., Rosen P., Fielding E.* Synthetic aperture radar interferometry to measure Earth's surface topography and its deformation // Ann. Rev. Earth. Planet. Sci. 2000. V. 28. P. 169–209.





Рис. 8. Пример выявления активного разлома с применением детальных цифровых аэрофотоснимков долины реки Мзымта в районе пересечения с Кепшинским разломом (район устья рек Ахцу и Кепша). Красными стрелками показана линия разлома

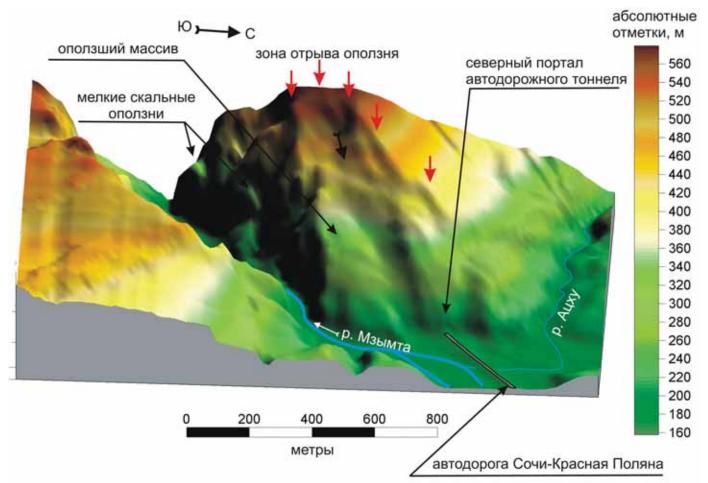
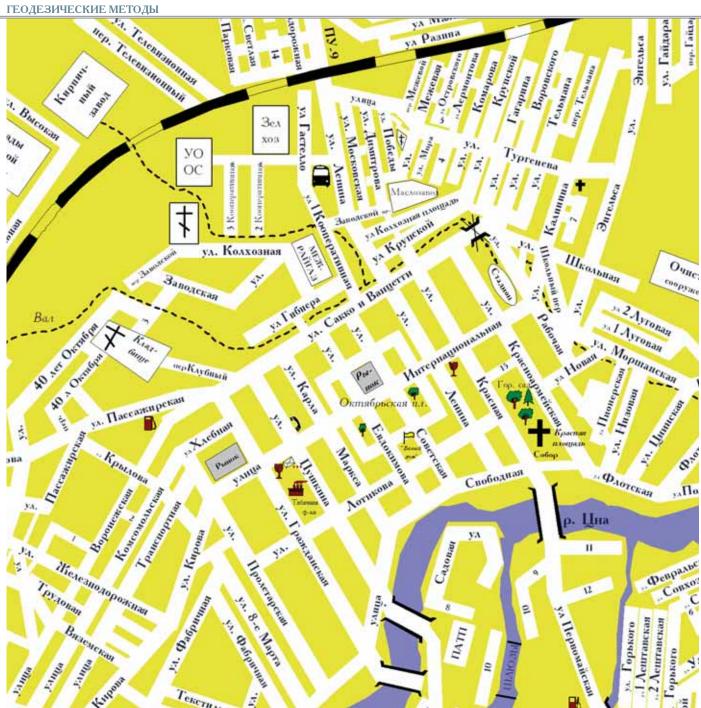


Рис. 9. Объемная схема крупного скального оползня, порожденного древним сильным землетрясением, по материалам лазерного сканирования (участок автодороги Сочи — Красная Поляна» в районе поселка Кепша)



ИНКРЕМЕНТНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ

THE INCREMENTAL APPROACH TO DESIGNING ELECTRONIC MAPS

ЦВЕТКОВ В.Я., ЖЕЛЕЗНЯКОВ В.А.

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), cvj2@mail.ru

TSVETKOV V.YA., ZHELEZNIAKOV V.A.

Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK)

Ключевые слова: электронные карты; инкрементное проектирование; инкрементный подход.

Аннотация: в статье описан инкрементный метод проектирования электронных карт. Рассмотрена основная задача проектирования. Показаны преимущества инкрементного подхода.

Key words: electronic maps; incremental design; incremental approach.

Abstract: the article describes the incremental method for designing electronic maps. The main problem of the design is considered. Advantages of the incremental approach are shown.

рименительно к проектированию и Ппостроению электронных карт «инкрементный подход» означает поэтапный процесс проектирования с накоплением опыта и наращивания ресурса. Говоря языком информационного моделирования, в процессе проектирования с использованием инкрементного подхода создается «ресурсная» [1, 2]



технологическая модель («ресурсность» здесь означает накопление опыта и улучшение качества процесса проектирования от проекта к проекту).

На рисунке 1 показана основная задача проектирования. Она состоит в том, что заданная целевая функциональность проекта (светлый круг) «заполняется» его реализованной функциональностью (темный круг).

Решение задачи может быть получено алгоритмически или эвристически, то есть с контролем и анализом на каждом этапе. Если существует неопределенность при выполнении проекта (что всегда имеет место при создании проектов электронных карт [3]), то возможен только поэтапный метод проектирования. Он позволяет устранять неопределенность каждого этапа по мере приближения к завершению проекта.

На рисунке 2 показана процедура *инкрементного проектирования*. Отображены процессы увеличения степени реализации и уменьшения неопределенности. Исходная точка проекта соответствует белому кругу, то есть наличию поставленной цели при отсутствии реализации. По мере проектирования степень реализации возрастает, что отражается на рисунке увеличением площади темного круга внутри светлого. Достижение конечной цели соответствует полностью залитому краской кругу. Кроме того, неопределенность полностью снимается.

Рисунок 2 отражает один проект. На рисунке 3 отображено использование инкрементного подхода для повторяющихся проектов. Обращает на себя внимание, что этот подход позволяет за счет роста ресурсности, во-первых, расширять целевую функциональность, а во-вторых, увеличивать реализованную функциональность на более ранних этапах.

В терминах искусственного интеллекта такой подход обеспечивает накопление знаний. В терминах управления он накапливает стереотипы управления. В терминах объектного проектирования он расширяет классы и количество объектов в них.

Рассмотрим детально процессы *инкре*ментного создания электронных карт.

Итеративным (*iterative*) называется *процесс*, который предполагает поэтапное выполнение проекта с контролем, анализом и поиском стереотипных решений на каждом этапе проектирования.

Инкрементный (incremental) процесс подразумевает постоянное развитие процесса проектирования, включая анализ, поиск новых решений, анализ ошибок и импакт-анализ на каждом этапе.

Процесс, основанный на итеративном и инкрементном подходе, называется процессом управления прецедентами. Его разбивают на опорные точки и фазы. Опорные точки (см. рис. 2, 3) характеризуют точки анализа и подведение итогов. В них принимается решение, стоит ли переходить к следующей фазе. Фазами (phases) называют промежутки времени между двумя опорными точками процесса.

Рассмотрим фазы на примере жизненного цикла процесса разработки проекта программного обеспечения, который состоит из четырех фаз: (1) начала (inception); (2) исследования (elaboration); (3) построения (construction); (4) внедрения (transition). Каждой фазе



Рис. 1. Основная задача проектирования

соответствуют определенные производственные процессы, в каждом из которых с течением времени основные усилия сосредоточиваются на различных аспектах разработки проекта.

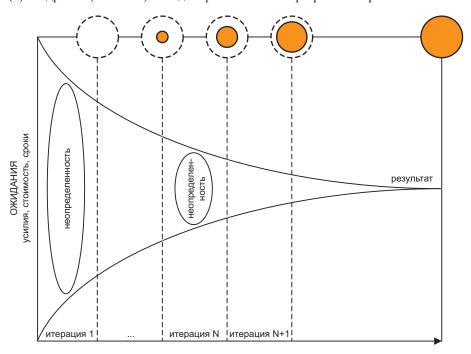


Рис. 2. Инкрементное проектирование электронных карт

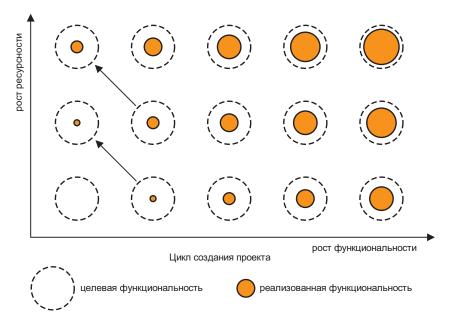


Рис. 3. Применение инкрементного подхода при повторении проектирования

Начало — первая стадия процесса, на протяжении которой изначальная идея получает достаточное обоснование (по крайней мере, с точки зрения участников проекта) для того, чтобы можно было принять решение о переходе к следующей фазе.

Во время фазы *исследования* определяется видение продукта и его архитектура. Основное внимание уделяется конкретизации требований к системе и расстановке приоритетов. Сами требования могут выражаться как в виде общих утверждений, так и в виде четких критериев оценки, каждый из которых определяет функциональное или нефункциональное поведение системы и закладывает основы для тестирования.

На этапе построения исполняемый архитектурный прототип приобретает форму, в которой он может быть представлен пользователям. Во время этой фазы требования к системе, и в особенности критерии оценки, подвергаются пересмотру в соответствии с изменяющимися потребностями, а для уменьшения риска выделяются необходимые ресурсы.

В ходе *внедрения* готовая система передается в руки пользователей. Но разработка проекта программного

обеспечения на этом, как правило, не заканчивается (ведь даже на протяжении данной фазы система непрерывно совершенствуется, устраняются ошибки и добавляются не вошедшие в ранние версии функциональные возможности).

Во всех четырех рассмотренных фазах присутствует элемент, характерный для описанного способа организации разработки программного обеспечения, — итерация.

Итерацией (иногда стереотипом) называется четко определенная последовательность действий с ясно сформулированным планом и критериями оценки, которая приводит к появлению новой версии для внешнего или внутреннего использования. Это означает, что жизненный цикл процесса разработки представляет собой непрерывный поток исполняемых версий, реализующих архитектуру системы.

Фазы проектирования электронной карты связаны с неопределенностью, исключающей применение прямого алгоритма. Поэтому в конце каждой фазы решаются следующие задачи: «Что сделано?», «Какова степень реализации?», «Какая часть неопределенности раскрыта?», «Какие новые

задачи возникли?», «Какие новые решения можно применить?», «Что требуется для продолжения проектирования?».

Кроме этого, при инкрементном подходе возникают задачи фиксации нестереотипных ситуаций, фиксации новых решений как стереотипов, отражения зависимостей между новыми условиями и прохождением процесса проектирования.

Таким образом, инкрементный подход позволяет не только решать задачи создания электронных карт, но и накапливать опыт для решения новых задач, а также формировать новые знания в сфере проектирования. •

Список литературы

- 1. *Кристофидес Н*. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978. 432 с.
- 2. Поляков А.А., Цветков В.Я. Прикладная информатика: учебно-методическое пособие. В 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. А.Н. Тихонова. М.: МАКС Пресс, 2008. 788 с.
- 3. Цветков В.Я., Вознесенская М.Е., Железняков В.А. Итеративный метод построения электронных карт // Кадастр недвижимости. 2010. № 2 (20). С. 104–106.

общество с ограниченной ответственностью новосиБиРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР» 000 «НИЦа»

РЕЛАКСОМЕТР АКР-2

ПРИБОР РЕЛАКСАЦИОННОГО ТИПА, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

(компрессионное сжатие, давление набухания, предварительное уплотнение грунтов перед сдвигом)

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Максимальное вертикальное давление — 1 МПа Максимальная деформация образца — 10 мм

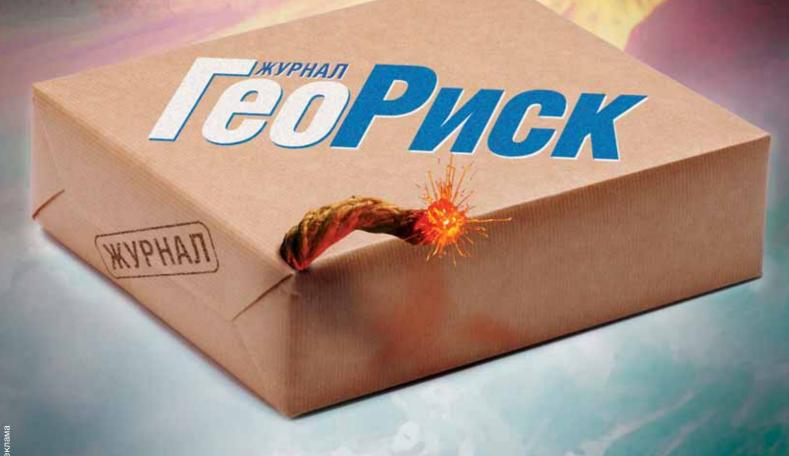
Диаметр образца — 87,4 мм





000 «Новосибирский инженерный центр» 630048 г. Новосибирск ул. Телевизионная, 15 тел./факс: (383) 212-42-97 e-mail: nica.nsk@mail.ru

- о людях
- о землетрясениях
- о неустойчивых склонах и оползнях
- о вулканах
- о наводнениях и ураганах
- • •
- о прогнозировании и предупреждении ЧС
- о важности работы изыскателей



тел./факс: +7 (495) 366-2684, 366-2095 e-mail: pr@pniiis.ru

Подписывайтесь, это поможет общаться с заказчиками

МЕТОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РАСЧЕТАХ СТОКА

REGIONAL MODELING METHODS IN RUNOFF COMPUTATIONS

ЛОБАНОВ В.А.

Профессор Российского государственного гидрометеорологического университета, lobanov@EL6309.spb.edu

ЛОБАНОВА Е.В.

Старший научный сотрудник Государственного гидрологического института, lobanova@EL6309.spb.edu

БАЙКОВ А.В.

Главный гидролог OAO «Уралгипротранс», baik5861@yandex.ru

БАБКИН А.В.

Профессор Российского государственного гидрометеорологического университета, abav@mail.ru

ЗАДОРОЖНЫЙ С.П.

Главный специалист-гидролог ОАО «ЮЖНИИГИПРОГАЗ», zadorozh@yuzh-gaz.donetsk.ua

МОЛДОВАН Н.В.

Гидролог ОАО «ЮЖНИИГИПРОГАЗ», nikmold@mail.ru

Ключевые слова: расчеты стока; пространственное моделирование; интерполяция; гидрологическая аналогия; региональные зависимости.

Аннотация: в статье рассмотрены методические вопросы, связанные с инженерно-гидрологическими расчетами. Показано, что существующие методы гидрологических расчетов опираются на два основных закона природы: (1) закон целостности и неразрывности природной среды и (2) закон географической зональности. Приведены примеры построения математических моделей характеристик стока на основе использования методов математической статистики.

Введение

Физические процессы, связанные с формированием водных ресурсов (выпадение осадков, испарение влаги, инфильтрация, инфильтрационное питание грунтовых вод и др.), определяются в первую очередь глобальными климатическими факторами (приходящей солнечной радиацией, атмосферной циркуляцией), а также зависят от орографии местности, ее альбедо, геологического строения, состояния грунтов, включая почвы, и видового состава растительного покрова [7].

Наличие многих факторов формирования указанных процессов является следствием проявления в природе двух основных законов: (1) цельности и неразрывности природной среды; (2) географической зональности [10].

Современные методы инженерной гидрологии в той или иной мере опираются на эти законы. При пространственном обобщении водных ресурсов закон географической зональности

LOBANOV V.A. Professor of Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

LOBANOVA E.V.

Senior staff scientist of State Hydrological Institute, St. Petersburg **BAYKOV A.V.**

The chief hydrologist of the «Uralgiprotrans» OJSC, Ekaterinburg **BABKIN A.V.**

Professor of Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

ZADOROZHNY S.P.

The chief specialist-hydrologist of the «YUZHNIIGIPROGAZ» OJSC, Donetsk, Ukraine

MOLDOVAN N.V.

Hvdrologist of the «YUZHNIIGIPROGAZ» OJSC. Donetsk. Ukraine

Key words: runoff computations; 3D modeling; interpolation; hydrologic analogy; regional dependences.

Abstract: the methodological problems related to engineeringhydrological computations are considered. The article reveals that the existing methods of hydrological computations are based on two fundamental laws of nature: (1) the integrity and continuity of the natural environment and (2) the geographical zoning (regionalization). Some examples of constructing mathematical models of runoff characteristics using methods of mathematical statistics are given.

проявляется в картах изолиний, показывающих закономерности изменения речного стока по широте и долготе. Естественно, на таких картах находит отражение высотная зональность (поясность) — влияние рельефа местности на исследуемую характеристику водных ресурсов.

Закон цельности и неразрывности природной среды наиболее ярко в физико-географическом отношении проявляется на однородных территориях, поскольку они имеют общую историю своего развития, а все их компоненты (рельеф, геологическое строение, почвы, растительность и др.) взаимосвязаны. Поэтому региональные обобщения нашли широкое распространение в гидрологии.

Основная проблема при региональных исследованиях связана с обоснованием принципов выделения однородных районов. В гидрологии во второй половине XX в. при выделении районов стали широко применять статистические методы. В работе [2] обосновывался универсальный подход к проблеме гидрологического районирования — выделения районов с помощью значений коэффициента множественной корреляции $R \ge 0.75$ между характеристикой стока и различными факторами подстилающей поверхности с соблюдением достоверности параметров уравнения регрессии. В работе [9] для выделения однородных районов был применен критерий однородности Вилькоксона. Однако в практике гидрологических расчетов наиболее широкое распространение получили зависимости характеристик стока от какого-либо отдельно взятого фактора [14]. Обобщение характеристик стока в пределах какой-либо территории приводило к необходимости разработки методов пространственной интерполяции (линейной, полиномиальной, оптимальной линейной, сплайн-интерполяции и др. [3, 4]), а также развития метода аналогии [1, 17]. В настоящее время существует довольно много методов пространственного обобщения гидро-



логических данных. Часть из них указана в работе [13].

В связи с тем что СП 33-101-2003 фактически запрещено применение разработанных ранее региональных моделей [13], а новых пока не существует, в настоящей статье предпринята попытка рассмотрения с общих позиций ряда методических вопросов, имеющих принципиальное значение для дальнейшего развития инженерной гидрологии.

Теоретические аспекты пространственного моделирования

При анализе пространственного поля любой гидрологической характеристики $(Y_1, Y_2, ..., Y_m,$ где m — число точек поля) возможны следующие основные ситуации.

1. Если пространственное изменение характеристики соизмеримо с погрешностью ее определения, то это дает основание для осреднения:

$$Y_{\rm cp} = f_1(Y_1, Y_2, ..., Y_m),$$
 (1)

где f_1 — функция обычного или весового (в случае разных погрешностей) осреднения.

Условие соизмеримости погрешности и пространственной изменчивости характеристики можно выразить в виде критерия Фишера:

$$F_{\rm p} = \sigma^2_{\rm np} / \sigma^2_{\rm nor} \le F_{\rm \kappa p, \alpha}, \qquad (2)$$

где F_p — расчетное значение статистики критерия Фишера; $F_{\text{кp},a}$ — критическое значение статистики Фишера при уровне значимости α ; $\sigma^2_{\text{пр}}$ — дисперсия пространственной изменчивости рассматриваемой характеристики; $\sigma^2_{\text{пог}}$ — дисперсия погрешности ее определения.

При уровне значимости $\alpha = 5\%$ и при средних для гидрологии объемах рядов, коэффициентах асимметрии и автокорреляции значение $F_{\rm кp}$ близко к 2. Это обстоятельство свидетельствует о том, что осреднение может быть реализовано, если пространственная изменчивость отличается от погрешности характеристики не более чем в два раза.

2. В случае, когда пространственная изменчивость характеристик превышает их погрешности и существуют закономерности их изменений по территории, пространственной моделью является их зависимость от координат местности:

$$Y_i = f_2(\varphi_i, \lambda), \tag{3}$$

где φ_i , λ_i — соответственно широта и долгота точки пространства, к которой

относится рассматриваемая гидрологическая характеристика (например, центр тяжести водосбора).

3. Третья ситуация связана с тем, что пространственная изменчивость характеристик превышает их погрешности, однако закономерности их колебаний по территории отсутствуют. В этом случае необходим поиск их зависимостей от факторов подстилающей поверхности и климатических в виде:

$$Y_i = f_3(X_1, X_2, X_3, ...),$$
 (4)

где $X_{_{\! 1}},\,X_{_{\! 2}},\,X_{_{\! 3}},\,\dots$ — региональные факторы.

Модели (3) и (4) характеризуют два разных пространственных свойства — непрерывность и дискретность. В общем случае, в природе каждая из этих ситуаций по отдельности практически не реализуется. Поэтому наиболее реалистичной является модель, включающая как зональные (нормы годового стока, осадков, температуры и т.д.), так и азональные факторы, определяемые свойствами только данной территории. Такое общее уравнение, объединяющее непрерывность и дискретность, имеет вид:

$$Y_{i} = f_{1}(\varphi_{i}, \lambda_{i}) + f_{2}(X_{1}, X_{2}, X_{2}, ...) \pm E,$$
 (5)

где Y_i — рассматриваемая гидрологическая характеристика; $f_1(\phi_i, \lambda_i)$ — составляющая географической зональности, представляющая собой зависимость от координат; $f_2(X_1, X_2, X_3, ...)$ — региональная (азональная) составляющая, представляющая собой зависимость от основных факторов в данном однородном районе [14]; E — неучтенные и индивидуальные факторы.

Соотношение между двумя указанными составляющими и определяет эффективность применения методов интерполяции или регионализации. Так, например, для нормы годового стока, пунктов наблюдений со средними площадями водосборов и для достаточно большой территории вклад зональной составляющей будет определяющим и применение методов пространственной интерполяции будет вполне правомерным. Если же в качестве характеристики рассматривать 1%-ный модуль максимального стока с малых водосборов небольшой территории, то, скорее всего, вклад зональной составляющей будет небольшим и для расчетов необходимо будет использовать только региональные зависимости.

В общем случае, наличие зональной составляющей можно определить на

основе статистической значимости уравнения (3), в которое для горных районов необходимо включить еще и высоту водосбора H:

$$Y_{i} = b_{1} \varphi_{i} H + b_{2} \lambda_{i} H + b_{0},$$
 (6)

где b_1 , b_2 , b_0 — коэффициенты уравнения.

Если хотя бы один из коэффициентов выражений (3) или (6) является статистически значимым, то географическую составляющую необходимо учитывать.

4. Четвертым случаем пространственной изменчивости является ситуация, когда изменения характеристики по территории существенны, однако никакой закономерной связи с координатами и преобладающими факторами установить не удается. В этом случае зависимость (5) является статистически незначимой. Пространственное поле в данном случае можно описать только стохастической моделью в виде параметров (среднего значения и дисперсии) пространственной функции распределения. Оценка каждого индивидуального значения в такой модели будет ненадежной, т.к. она будет характеризоваться крайне широким доверительным интервалом, в котором сможет находиться само значение:

$$Y_i = Y_{\rm cn} \pm k\sigma_{\rm nn}, \tag{7}$$

где $\sigma_{\rm пр}$ — дисперсия пространственной функции распределения, k — параметр, связанный с шириной доверительного интервала (k=2 при 95%-ном доверительном интервале для нормально распределенных случайных величин).

Вместе с тем и из стохастической пространственной модели можно получить более полезную информацию, если включить в нее координату времени. Прежде всего, можно оценить, насколько устойчивы параметры распределения во времени, например, при их сравнении за два разных интервала. Однако наиболее интересная динамическая модель может быть получена, если связать среднее многолетнее поле гидрологической характеристики с полями каждого года в виде линейной зависимости:

$$Y_{ii} = A_{1i}Y_{cpi} + A_{0i} \pm E_{ii},$$
 (8)

где Y_{ij} — значение гидрологической характеристики в i-м пункте в j-й год; $Y_{\rm cpi}$ — среднее многолетнее значение гидрологической характеристики в i-м пункте; A_{1j} , A_{0j} — коэффициенты уравнения, определяемые по методу наименьших квадратов; E_{ii} — случайные отклонения.

Линейность модели (8) постулируется наличием единой функции пространственного поля как за каждый год, так и за многолетие, что требует эмпирической проверки. Различия полей проявляются в коэффициентах, из которых A_{i} характеризует градиент, а A_{o} — уровень или положение пространственного поля. Если выразить случайные отклонения E_{ii} через их стандарт о, то этот параметр будет характеризовать внутреннюю неоднородность пространственного поля в каждый ј-й год. Таким образом, всю пространственную динамику поля можно выразить в виде многолетних рядов трех параметров — A_{1i} , A_{0i} и σ_{i} .

Примеры построения динамических стохастических моделей полей в гидрометеорологии даны, например, в работах [11, 18]. Здесь же можно отметить, что известный в гидрологии метод приведения к многолетнему периоду рядов наблюдений продолжительностью менее 6 лет [11, 13, 15, 16] является частным случаем модели (8), при котором связываются пространственные поля двух отдельных лет наблюдений.

Методы интерполяции и аналогии

Методы пространственной интерполяции и аналогии в гидрологии рассматриваются отдельно. В общем случае, задача интерполяции сводится к определению значения гидрологической характеристики в любой *m*-й точке пространства на основе обобщения информации в других точках рассматриваемой территории. Как правило, это обобщение реализуется в виде весового осреднения:

$$\begin{split} Y_{m}(\phi_{m'},\lambda_{m}) &= K_{1}Y_{1}(\phi_{1},\lambda_{1}) + \\ &+ K_{2}Y_{2}(\phi_{2},\lambda_{2}) + \dots + K_{n}Y_{n}(\phi_{n'},\lambda_{n'}), \, (9) \end{split}$$

где Y_m — значение гидрологической характеристики в неизученном пункте с координатами центра тяжести водосбора (ϕ_m, λ_m) ; $Y_1, Y_2, ..., Y_n$ — значения гидрологической характеристики в центрах тяжести изученных водосборов с координатами (ϕ_1, λ_1) , (ϕ_2, λ_2) , ..., (ϕ_n, λ_n) соответственно; $K_1, K_2, ..., K_n$ — весовые коэффициенты.

Наиболее простым способом является задание весовых коэффициентов, обратно пропорциональных расстояниям или квадратам расстояний до изученного пункта m:

$$K_{1} = (1/l_{1}) / (1/l_{1} + 1/l_{2} + \dots + 1/l_{n});$$

$$K_{2} = (1/l_{2}) / (1/l_{1} + 1/l_{2} + \dots + 1/l_{n}),$$

$$\dots,$$
(10)

где l_1 , l_2 , ..., l_n — расстояния между центрами тяжести неизученных и изученного водосборов.

Другим вариантом является использование весовых коэффициентов, обратно пропорциональных длине перпендикуляров до линейно проинтерполированных значений между каждой парой гидрологических характеристик в пространстве. В данном случае перпендикуляр к проинтерполированному значению представляет собой часть изолинии и чем ближе эта изолиния проходит к рассматриваемой точке, тем больше ее вес. Выражение для получения интерполированного значения в неизученном пункте имеет вид:

$$\mu_{\rm cp} = \frac{(1/h_1) \times \mu_1 + (1/h_2) \times \mu_2 + \dots}{\sum (1/h_1 + 1/h_2 + \dots)},$$
(11)

где $\mu_{\rm cp}$ — проинтерполированное значение гидрологической характеристики в заданной точке пространства; $\mu_1, \, \mu_2, \, \ldots$ — значения гидрологической характеристики, полученные на основе линейной интерполяции между каждой парой точек с информацией; $h_1, \, h_2, \, \ldots$ — расстояния от рассматриваемой точки по перпендикуляру до линии, соединяющей каждую пару пунктов наблюдений.

Каждое значение h вычисляется при этом следующим образом:

$$h = 2[\sqrt{p(p-a) + (p-b) + (p-c)}]/a, \qquad (12)$$

где p=(a+b+c)/2;

$$a = \sqrt{(\varphi_{j} - \varphi_{i})^{2} (\lambda_{j} - \lambda_{i})^{2}};$$

$$b = \sqrt{(\varphi_{z} - \varphi_{i})^{2} (\lambda_{z} - \lambda_{i})^{2}};$$

$$c = \sqrt{(\varphi_{z} - \varphi_{i})^{2} (\lambda_{z} - \lambda_{ii})^{2}};$$

 $(\lambda_{i}, \varphi_{i}), (\lambda_{j}, \varphi_{j}), (\lambda_{z}, \varphi_{z})$ — координаты (долгота и широта) каждой пары пунктов (i и j) и неизученного водосбора (z).

Каждое проинтерполированное значение (µ) определяется по формуле

$$\mu = Y + a_1/a \times \Delta, \tag{13}$$

где $a_1=(b^2-h^2);$ $\Delta=Y_j-Y_i$ при $a_1< a;$ Y_i, Y_j — значения гидрологических характеристик в точках i и j соответственно.

В целом же можно отметить, что существуют три подхода к интерполяции. Первый — формирование регулярной сетки с заданным шагом, которая содержит все возможные проинтерполированные значения, а неизученной точке просто присваивается одно из них. Второй подход — построение изоли-

ний и определение значения в неизученной точке на основе линейной интерполяции между изолиниями. Третий подход — индивидуальные расчеты по формулам (9) или (11) для каждого неизученного пункта. При этом преимущество третьего подхода состоит в том, что не надо хранить большой объем сеточной информации и каждый раз можно варьировать набор пунктов для интерполяции.

При выборе аналогов в гидрологии до сих пор нет формализованного однозначного подхода. В СП 33-101-2003 [13] есть требования и к подобию различных факторов подстилающей поверхности, и к достаточно высокому коэффициенту парной корреляции и даже к равенству некоторых отношений гидрографических характеристик для максимального стока. В действительности же все перечисленные условия выбора аналога можно формализовать в виде уравнения регрессии с достаточно высоким коэффициентом корреляции (R $\geq 0.7 \div 0.8$) и статистически значимыми коэффициентами, на основе которого можно осуществить синтез многолетних данных в рассматриваемом пункте по информации в пункте-аналоге:

$$Q_{i}=b_{1}Q_{ai}+b_{0}$$
 или $Q_{i}=(\sigma/\sigma_{a})\cdot R(Q_{ai}-Q_{cpd})+Q_{cp},$ (14)

где $b_{_1}, b_{_0}$ — коэффициенты уравнения, $b_{_1}$ =(σ/σ_a)·R, $b_{_0}$ = $Q_{_{\rm cp}}$ — $b_{_1}$ · $Q_{_{\rm cp,a}}$; $Q_{_i}, Q_{_{ai}}$ — значения гидрологической характеристики в i-й год в рассматриваемом пункте и в пункте-аналоге соответственно; $Q_{_{\rm cp}}, Q_{_{\rm cp,a}}$ — средние многолетние значения гидрологической характеристики в рассматриваемом пункте и в пункте-аналоге соответственно; σ , σ — средние квадратические отклонения гидрологической характеристики в рассматриваемом пункте и в пункте-аналоге соответственно.

Уравнение (14) можно представить в следующем виде:

$$M_{i} = (A/A) \times (C/C_{va}) \times (M_{cp}/M_{cp,a}) \times R(M_{ia} - M_{cp,a}) + M_{cp},$$
(15)

где A, A — площади водосборов рассматриваемой реки и реки-аналога соответственно; C, C, C, — коэффициенты вариации рассматриваемой реки и реки-аналога соответственно; M, M, C, — средние многолетние модули стока рассматриваемой реки и реки-аналога соответственно.

Коэффициент корреляции между рассматриваемым пунктом и аналогом можно определить на основе про-



странственной корреляционной функции, представляющей собой обратную связь между коэффициентами парной корреляции и расстоянием между центрами тяжести водосборов:

$$R_{ij} = f(D_{ij}), \tag{16}$$

где R_{ij} — коэффициент парной корреляции между каждой парой рядов наблюдений в однородном районе; D_{ij} — расстояние между центрами тяжести водосборов, км.

В соответствии с выражением (15) для синтеза временного ряда при отсутствии данных наблюдений помимо вычисленного коэффициента корреляции необходимо определить также $M_{\rm cp}$ и $C_{\rm v}$ в неизученном пункте. Для определения этих параметров могут быть использованы методы интерполяции и региональные зависимости их от факторов подстилающей поверхности.

В частном случае, когда пункты наблюдений находятся рядом, параметры распределения должны быть близкими (т.е. $M_{\rm cp} \approx M_{\rm cp}$, $C_{\nu} \approx C_{\nu a}$), что следует из пространственной интерполяции. Поэтому можно считать, что условия выбора аналога для максимального стока в СП 33-101-2003 основаны именно на свойствах равенства параметров исходя из факторов и коэффициентов региональных зависимостей.

Если принять, что какое-либо региональное уравнение имеет вид:

$$\begin{split} \lg & M_{\rm cp} = \lg L - 0,56 \lg A \text{ или } M_{\rm cp} = L/A^{0,56} \\ & (\text{для неизученного пункта}); \\ \lg & M_{\rm cp.a} = \lg L_a - 0,56 \lg A_a \text{ или } \\ & M_{\rm cp.a} = L_a/A_a^{0,56} \\ & (\text{для пункта-аналога}), \end{split}$$

то при условии равенства $M_{\rm cp} \approx M_{\rm cp,\it a}$ получим равенство правых частей уравнения, что соответствует равенству отношений: $L/A^{0.56} \approx L/A^{0.56}$.

Поэтому приведенные в СП 33-101-2003 условия являются частным случаем региональной формулы и не могут быть рекомендованы в качестве общих условий для выбора аналога при расчете максимального стока.

Региональные зависимости

Региональные зависимости (региональные формулы) получили широкое распространение в гидрологии, но в большинстве случаев оценки эффективности для этих зависимостей не давалось, так же как и статистического обоснования для включения их в формулы множества параметров, каждый из которых зависит от других переменных и

т.д. Так, например, в наиболее распространенных в гидрологии редукционной формуле и особенно в формуле предельной интенсивности в сумме можно насчитать до 20-30 параметров, определяемых по эмпирическим данным [8]. При этом объем информации, который используется для построения региональных зависимостей, обычно не превышает 30-40 пунктов наблюдений. Поэтому очевидно, далеко не все коэффициенты в таких зависимостях являются статистически значимыми. В действительности же наибольший вклад в региональные модели вносят 3-5 определяющих факторов, учитывающих местные особенности формирования стока.

Методически общая последовательность построения региональных зависимостей включает три основных этапа:

- 1) предварительный анализ, заключающийся в выборе предполагаемых факторов, итерационном выборе однородного района, построении однофакторных зависимостей, осуществлении функциональных преобразований факторов и в конечном итоге в формировании возможных структур региональных зависимостей;
- 2) вычислительный этап, состоящий в определении коэффициентов уравнений разными методами, в оценке их статистической значимости, вклада факторов в уравнение и в выборе окончательной наиболее эффективной региональной модели;
- 3) этап проверки и корректировки модели, связанный с всесторонним анализом остатков [12] как на зависимом, так и на независимом от расчета материале, на основе которого улучшается региональная зависимость и оценивается ее реальная погрешность.

Построение однофакторных зависимостей преследует две цели: (1) установить, необходимы ли какие-либо функциональные преобразования факторов и зависимой переменной (например, логарифмическое преобразование площади водосборов); (2) откорректировать границы однородного района или учесть другие факторы, которые обусловливают отклонения данных в отдельных пунктах от общей однофакторной зависимости.

Выбор функционального преобразования фактора осуществляется в случае, когда коэффициент парной корреляции при этом преобразовании статистически значимо отличается от коэффициента парной корреляции прямолинейной зависимости. Статистически значимое отличие определяется следующим неравенством:

$$R_{_{0}} > R_{_{\text{IID}}} + \sigma_{_{R}}, \tag{18}$$

где R_{ϕ} — коэффициент парной корреляции при рассматриваемом функциональном преобразовании фактора; $R_{\rm пp}$ — коэффициент парной корреляции прямолинейной зависимости; σ_{R} — стандартная погрешность коэффициента корреляции прямолинейной зависимости [6].

При формировании региональных зависимостей и определении их коэффициентов могут рассматриваться следующие структуры уравнений:

- 1) балансовая аддитивная структура без функционального преобразования факторов;
- 2) аддитивная структура уравнения с функциональным преобразованием факторов (например, площади водосбора в логарифм площади);
- 3) смешанная структура, включающая как аддитивные составляющие, так и парные произведения факторов для учета совместных эффектов, известных в гидрологии под термином «семейство кривых».

Также в структуру уравнений могут быть включены координаты центров тяжести водосборов для учета зональной составляющей.

При построении уравнения множественной регрессии могут быть использованы два наиболее известных метода линейного регрессионного анализа – шаговая процедура и метод исключения [5]. При шаговой процедуре в уравнение включаются все переменные по очереди до тех пор, пока включение новых переменных не приведет к статистическому улучшению зависимости. В методе исключения, наоборот, вначале включаются все переменные, а затем начинают исключаться те не значимые из них, которые не влияют на уменьшение эффективности уравнения. Доверительные интервалы коэффициентов определяются на основе стандартной погрешности коэффициента уравнения регрессии σ_{Bi} , которая вычисляется по формуле

$$\sigma_{Bj} = \sigma_{\varepsilon} / (\sum (X_{ij} - X_{jcp})^2)^{1/2}, \quad (19)$$

где $\sigma_{_{\it E}}$ — стандартная погрешность остатков уравнения регрессии; $X_{_{\it ij}}$ — i-е значение j-го фактора; $X_{_{\it jep}}$ — среднее значение j-го фактора.

Как правило, используются 95%ные доверительные интервалы относительно вычисленного коэффициента уравнения регрессии B_j , которые соответствуют удвоенной стандартной погрешности σ_{B_i} .

Таблица 1

Расчетные значения $M_{_{1\%H}}$, л/(с·км 2), полученные по формулам (22—25) для проектируемых водопропускных сооружений на новой железнодорожной линии Карабула — Ярки

Водоток	А, км ²	<i>H</i> , м	$J_{ m p.cp},\%_0$	$f_{_{\mathrm{I}}}$, %		Фор	мула	
		11, 141	р.ср, 700	J ₁₁ , 70	(22)	(23)	(24)	(25)
руч. Зекаликон	14,90	235	12,6	69,8	285	362	1240	3622
р. Карабула	4280,00	295	1,2	95,1	122	137	172	140
сухой лог	1,58	223	28,0	97,5	438	469	2761	18 402
канава	0,34	211	9,7	91,2	559	533	924	2134
сухой лог	3,38	265	32,9	99,4	552	508	3298	25 505
сухой лог	0,62	231	17,0	96,8	603	542	1675	6719
сухой лог	2,26	267	45,0	99,1	623	536	4506	
руч. Челюндей	14,80	296	19,5	98,0	504	476	1999	8926
сухой лог	0,63	219	61,2	95,2	530	517	6066	
ручей	2,01	240	39,0	99,0	498	493	3878	
ручей	4,88	270	26,7	99,6	533	498	2688	16 738
сухой лог	1,44	225	43,9	98,6	463	482	4350	
сухой лог	1,05	230	54,2	98,1	529	511	5382	
сухой лог	0,20	211	78,4	95,0	645	567	7771	
сухой лог	0,63	230	57,4	98,4	601	542	5701	
ручей	1,89	248	34,9	99,5	547	512	3479	28 685
ручей	1,50	228	38,7	98,7	471	485	3834	
р. Шангачеть	30,80	267	14,8	99,7	330	384	1499	5127
сухой лог	1,30	205	31,5	98,5	381	444	3093	23 270
сухой лог	2,26	208	33,8	99,1	343	417	3324	26 904
р. Тины	86,60	290	9,0	93,0	306	359	943	1899
сухой лог	1,00	191	35,8	97,0	342	425	3504	
сухой лог	3,85	226	27,5	98,2	370	428	2719	17 739
сухой лог	0,45	206	53,0	95,6	499	508	5235	
канава	0,19	196	22,1	89,5	549	536	2146	11 364
сухой лог	0,96	207	52,4	97,9	419	466	5176	
ручей	1,61	239	54,8	98,1	526	506	5454	
р. Нерюнда	49,20	315	14,5	96,5	439	437	1525	4954
канава	0,24	193	12,2	87,5	502	516	1157	3395
сухой лог	0,44	198	53,3	93,2	457	491	5256	
сухой лог	0,62	222	109,5	95,2	557	527	10883	
сухой лог	0,06	215	203,4	83,3	910	647	20229	
сухой лог	0,52	249	66,1	98,1	768	593	6591	
сухой лог	0,05	206	132,9	96,0	861	638	13196	
сухой лог	1,03	248	73,3	99,0	648	552	7309	
сухой лог	0,09	203	256,9	88,9	720	597	25546	
сухой лог	0,65	216	91,2	96,9	519	513	9055	
ручей	5,89	278	40,1	99,5	550	503	4034	37 968
сухой лог	0,08	187	228,6	75,0	615	567	22710	
сухой лог	0,65	210	83,9	96,9	484	499	8321	



Всесторонний анализ остатков включает в себя оценку их однородности и случайности в зависимости от каждого фактора и фактического и расчетного значения отклика.

Примеры региональных моделей

Пример 1

Для 1%-ных модулей максимального стока были получены региональные зависимости от факторов подстилающей поверхности на реках Центрального района европейской территории России [12]. Из всего набора построенных зависимостей (редукционной формулы; аддитивных, мультипликативных зависимостей) наиболее статистически эффективными были уравнения, включающие парные произведения факторов:

1) для расчетного модуля с учетом генезиса формирования:

$$M_{_{1\%H}} = 1,779JH - 3,092Jf_{_{JI}} + 62,13$$
 (20)

с R=0.87 и с вкладами факторов: 81,4% для $J\!H$ и 18,6% для $J\!f_{_{\rm TC}}$

2) для расчетного максимального в году модуля:

$$M_{1\%\Gamma} = 1,161JH - 2,408Jf_{_{\pi}} - 1,085 \text{ lg}Af_{_{\pi}} + 293,4$$
 (21)

с R=0.83 и с вкладами факторов: 68% для JH, 26% для $Jf_{_{_{\! I}}}$ и 6% для $\lg Af_{_{_{\! I}}}$, где A — площадь водосбора, κM^2 ; H — высота водосбора, κ ; J — средний уклон реки, m; m — лесистость водосбора, m.

При этом смысл парных произведений состоит в том, что факторы влияют на расчетный модуль совместно и эффект влияния одного фактора зависит от того, насколько велико или мало значение другого фактора. Так, произведение уклона на высоту свидетельствует о том, что на разных высотах сток зависит от уклона по-разному.

Второй интересный результат данного исследования состоит в том, что пространственное осреднение остатков региональных зависимостей, которое аналогично определению некоторых параметров уравнений (например, коэффициента дружности весеннего половодья) обратным путем, не улучшает расчет по региональной модели.

Пример 2

Региональные зависимости были построены для 1%-ных модулей максимального стока ($M_{1\%n}$), рассчитанного с учетом генезиса формирования в

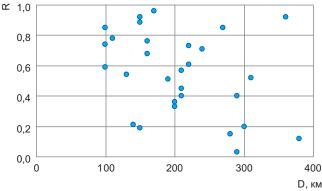


Рис. 1. Пространственная корреляционная функция для наибольших в году расходов воды в районе Средней Ангары (9 пунктов наблюдений)

бассейне Средней Ангары по 21 водосбору. При этом было использовано 7 разных структур уравнений, и в некоторые из них были включены координаты центров тяжести водосборов. Наиболее эффективные уравнения имеют следующий вид:

$$\log M_{1\%H} = -0.246 \log A + 2.415 \log H - 11.087 \log \lambda + 19.061$$
 (22)

с R = 0.85; с вкладами факторов: 45.2% для $\log A$; 28.1% для $\log H$; 26.7% для $\log \lambda$; со стандартным отклонением остатков $\sigma \epsilon = 76.7 \text{ n/(c·км}^2)$;

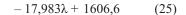
$$M_{1\%H} = -135,3 \log A + 1107,6 \log H - 5860,8 \log \lambda + 9547$$
 (23)

с R = 0.80; с вкладами факторов: 54,7% для $\log A$; 17,2% для $\log H$; 28,1% для $\log \lambda$; со стандартным отклонением остатков $\sigma \epsilon = 87.4 \text{ n/(c·км}^2)$;

$$M_{1\%_{\rm H}} = 99,621J_{\rm p.B3B} - 24,159\lambda + 1,146H + 2066,6$$
 (24)

с R=0.80; с вкладами факторов: 67,1% для $J_{\text{р.взв}}$; 24,1% для λ ; 8,8% для H; со стандартным отклонением остатков $\sigma \epsilon = 87.4 \text{ л/(c·км}^2)$;

$$M_{1\%H} = 24,899 J_{\text{D,CD}} \cdot J_{\text{D,B3B}} + 0,00963 H f_{\Lambda} -$$



с R=0,85; с вкладами факторов: 72,7% для $J_{pcp}J_{pess}$; 14,2% для $H\!f_{_{\mathcal{I}}}$; 13,1% для λ ; со стандартным отклонением остатков $\sigma\varepsilon=76,7$ л/(с·км²); где: $J_{_{\mathrm{p.cp}}}$ — средней уклон реки, %; $J_{_{\mathrm{p.B3B}}}$ — средневзвешенный уклон реки, %.

Анализ полученных зависимостей свидетельствует прежде всего о том, что во все из них входит долгота центров тяжести водосборов, вклад которой варьирует от 13 до 28%. Этот факт свидетельствует о наличии долготной географической составляющей, которая формирует большие значения модулей максимального стока на западной части территории, чем на восточной. Причина состоит в разных условиях формирования максимальных в году расходов воды. Так, в западной части территории, ближе к Енисею, годовые максимумы являются практически генетически однородными и сформированы весенним половодьем. На восточную же часть территории еще оказывает влияние тихоокеанский влагоперенос — поэтому максимальные в году расходы воды могут быть сформированы (особенно на малых водосборах) как снеговым половодьем, так и дождевыми паводками. При этом модули дождевого стока меньше, чем снегово-

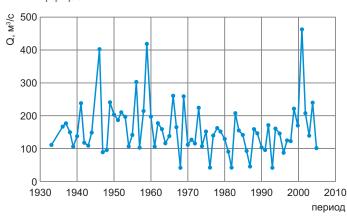


Рис. 2. Синтезированный многолетний ряд наибольших в году расходов воды на реке Карабула (в месте створа проектируемого железнодорожного моста)

Оценка эффективности интерполяции средних многолетних модулей годовых максимумов на независимом материале при использовании 9 пунктов наблюдений												
Код пункта	φ, °	λ, °	$M_{ m pac}$	$M_{_{ m факт}}$	E	E%						
8288	59,5930	100,6040	73,4	72,9	-0,5	-0,6						
8289	57,6410	99,6500	72,9	21,8	-51,1	-234,2						
8290	57,9720	97,8580	76,2	37,0	-39,2	-106,0						
8291	59,3900	97,7570	71,7	93,5	21,8	23,4						
8292	58,2943	96,3399	99,7	73,5	-26,2	-35,6						
8293	58,5256	94,6411	118,6	158,0	39,4	24,9						
8360	56,9337	96,4662	84,5	39,9	-44,6	-111,8						
8374	59,1160	95,5050	102,8	168,0	65,2	38,8						
8401	58,9690	100,1370	64,5	77,9	13,4	17,1						

го, что приводит и к ме́ньшим модулям максимального в году стока для восточной части территории.

Эффективность уравнений (22-25) оценивалась не только на зависимой и на независимой информации, но и при расчетах для 40 неизученных водосборов, на которых предполагается осуществить проектирование гидротехнических сооружений и большинство из которых являются малыми (с площадями менее 10 км²) и с достаточно большими уклонами, что выходит за пределы диапазона факторов при построении региональных уравнений.

Гидрографические характеристики неизученных водосборов и расчетные 1%-ные модули максимального стока, полученные по разным формулам, приведены в табл. 1. Если модули стока превышали 30 000 л/($c \cdot \text{км}^2$), то они исключались из таблицы как недостоверные. Как следует из табл. 1, наиболее реалистичные результаты получены по зависимостям (22) и (23).

Пример 3

Формализованный метод гидрологической аналогии был применен для синтеза многолетнего ряда максимальных расходов воды для спрямленного русла р. Карабулы (притока Ангары), на котором будет проводиться проектирование. Пространственная корреляционная функция, построенная для 9 пунктов наблюдений, находящихся в непосредственной близости от рассматриваемого пункта проектирования, приведена на рис. 1. Большой разброс парных коэффициентов корреляции свидетельствует о неоднородности и анизотропности пространственной функции, что соответствует результатам примера 2. Радиус корреляции при $R \ge 0.7 \div 0.8$ не превышает 100 км, хотя по отдельным направлениям высокие значения пространственной связанности имеют место и до 300-400 км. Поэтому в данном случае были выделены два однородных района и для каждого из них были построены пространственные корреляционные функции. Соответственно для восточного и западного однородных районов в отдельности были получены более эффективные уравнения:

$$R_{ij$$
Восточный = $-0,0028D_{ij} + 0,9571$ с $R = 0,70$ (26)

$$R_{ij$$
Западный = -0,0021 D_{ij} + 0,8587 c $R = 0,74$ (27)

Для определения средних значений (M_{-}) и коэффициентов вариации (C)были получены следующие региональные зависимости:

$$\log M_{cp} = -0.193 \log A - 11.21 \log \lambda + 2.071 \log H + 19.513$$
 (28)

с R = 0.81; с вкладами факторов: 54,8% для log A; 34,4% для $log \lambda$; 10,8% для logH;

$$C_{\nu} = -0,099 \log A - 0,0928 J_{\text{p.cp}} + 0,0829 J_{\text{p.взв}} - 0,0321 \varphi + 2,735 (29)$$

$$c R = 0.81;$$

с вкладами факторов: 30,5% для logA; 9,8% для $J_{_{\mathrm{D,CD}}};$ 48,5% для $J_{_{_{\mathrm{D,B3B}}}};$ 11,2%для ф; со стандартным отклонением остатков $\sigma \varepsilon = 0.0525$.

Синтез многолетнего ряда максимальных расходов воды в неизученном пункте проектирования (р. Карабула, спрямленное русло) был осуществлен по уравнению (15). В качестве аналога были приняты с.Карабула, коэффициент парной корреляции, рассчитанный по (26) и параметры распределения, полученные по зависимостям (28) и (29). Рассчитанный синтезированный многолетний ряд приведен на рис. 2.

Пример 4

Метод пространственной интерполяции, представленный уравнениями (9, 10), был применен для интерполяции средних многолетних значений модулей максимального стока $(M_{_{\rm CD}})$ и коэффициентов вариации (C) в районе Средней Ангары. При осреднении по формуле (9) использовались два варианта расчетов: все 64 пункта наблюдений в гидрологически однородном районе и 9 ближайших пунктов к проектируемой трассе железной дороги в нижнем течении реки Карабула. Для оценки эффективности предлагаемого метода были определены погрешности интерполяции (абсолютные и относительные) на независимом материале путем последовательного исключения изученного пункта наблюдений из расчетов с последующей интерполяцией в центр тяжести его водосбора. В таблице 2 в качестве примера приведены абсолютные (E) и относительные (E%) погрешности интерполяции среднего многолетнего модуля максимального стока при использовании для интерполяции 9 ближайших пунктов, а также фактические ($M_{_{\rm факт}}$) и проинтерполированные $(M_{\rm pac})$ значения средних многолетних модулей. Жирным шрифтом выделены пункты наблюдений, расположенные ближе всего к району проектирования.

В результате всех расчетов по независимой информации были получены следующие средние квадратические погрешности: для среднего многолетнего модуля стока $\sigma \varepsilon = 45.6 \text{ л/(c·км}^2)$,



или 53,6%, при включении в интерполяцию всех 64 пунктов (за исключением одного, который каждый раз определялся по независимой оценке) и $\sigma \epsilon =$ 40,6 л/(с·км²), или 91,1%, при интерполяции по ближайшим 9 пунктам. Для коэффициента вариации погрешности равны: $\sigma \varepsilon = 0.19$, или 36,1%, при включении в интерполяцию всех 64 пунктов и $\sigma \epsilon = 0.37$, или 53,9%, при интерполяции по ближайшим 9 пунктам. В целом можно сделать вывод, что, хотя при использовании для интерполяции всех пунктов наблюдений относительная погрешность меньше, абсолютная погрешность больше, т.к. вариация рассматриваемого параметра в ближайших пунктах меньше, чем для всего района. Поэтому при интерполяции в данном случае эффективнее использовать ближайшие пункты наблюдений.

Выводы

Несмотря на кажущееся большое количество методов региональной гидрологии, они группируются в два основных класса (в зависимости от пространственных закономерностей гидрологических характеристик): (1) интерполяционные методы, учитывающие географическую зональность; (2) региональные зависимости в однородном районе.

Предельными случаями такой классификации являются (1) пространственное среднее, когда данные практически не различаются по пространству, и (2) пространственная функция распределения, когда пространственная изменчивость гидрологических характеристик велика, а какие-либо закономерности по пространству и в зависимости от региональных факторов отсутствуют.

Метод гидрологической аналогии, по-видимому, является частным случаем пространственной интерполяции, при котором используются данные только для одной точки пространства с учетом синхронности многолетних колебаний, выраженной коэффициентом парной корреляции. В работе дана формализация метода гидрологической аналогии в виде уравнения синтеза многолетних рядов гидрологических характеристик.

Теоретически раскрыт пространственный дуализм гидрологических характеристик, что представлено в виде общего уравнения, включающего зональную составляющую в виде зависимости от географических координат и региональную составляющую в виде зависимости от основных местных

факторов водосборов. В работе рассмотрен круг методических вопросов при реализации интерполяционного подхода и при построении региональных зависимостей. Показано, что в основе интерполяционного подхода лежит весовое осреднение, а при построении региональных зависимостей необходимо итерационно реализовать три основных этапа: предварительный анализ данных, построение уравнений и анализ полученных зависимостей, для чего предлагаются соответствующие методы и приемы.

Реализация предлагаемых методов региональной гидрологии продемонстрирована на ряде примеров.

Основные выводы по полученным региональным зависимостям сводятся к следующему:

- в региональные зависимости входят произведения факторов, которые учитывают совместные эффекты и существенно повышают эффективность этих зависимостей;
- вклад географической составляющей в региональные уравнения может быть существенен, особенно для параметров распределений;

- высокая эффективность проверки полученных региональных зависимостей достигается не только при оценке на независимой информации при последовательном исключении пунктов наблюдений, но и при оценке для реальных неизученных водосборов, которые, как правило, имеют площади, уклоны и другие характеристики водосборов и рек, выходящие за пределы соответствующих значений для пунктов с данными наблюдений;
- известный в гидрологии принцип определения некоторых параметров региональных формул обратным путем аналогичен пространственному осреднению погрешностей региональных зависимостей и далеко не всегда эффективен.

Практическая реализация методов интерполяции и гидрологической аналогии показала, что погрешность интерполяции может существенно зависеть от числа и расположения пунктов наблюдений, а пространственная корреляционная функция даже для небольшой территории может быть неоднородной.

Список литературы

- 1. *Андреянов В.Г.* Гидрологические расчеты при проектировании малых и средних ГЭС. Л.: Гидрометеоиздат, 1957. 439 с.
- 2. *Бабкин В.И*. Внутригодовая зарегулированность стока рек равнинной территории европейской части СССР и факторы ее определяющие // Тр. ГГИ. 1969. Вып. 174. С. 27–38.
- 3. *Бабкин В.И., Гусев О.А., Новикова В.А.* Методика осреднения и интерполяции гидрометеорологических характеристик // Тр. ГГИ. 1974. Вып. 217. С. 32–41.
- 4. *Гандин Л.С., Каган Р.Л.* Статистические методы интерполяции метеорологических данных. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 359 с.
- 5. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. 392 с.
 - 6. 3акс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. 598 с.
- 7. *Калинин Г.П.* Проблемы глобальной гидрологии. Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1968. 378 с.
 - 8. Комлев А.М. Исследования речного стока / Избранные труды. Пермь, 2006. 307 с.
- 9. *Крюков В.Ф.* Статистические методы разграничения территории на однородные участки: сб. работ по гидрологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. Вып. 11. С. 48–73.
- 10. *Кузин П.С., Бабкин В.И.* Географические закономерности гидрологического режима рек. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 191 с.
- 11. Лобанов В.А., Анисимов О.А. Современное изменение температуры воздуха на территории Европы // Метеорология и гидрология. 2003. № 2. С. 5–14.
- 12. *Лобанов В.А.*, *Никитин В.Н*. Региональные модели определения характеристик максимального стока в зависимости от гидрографических факторов // Метеорология и гидрология. 2006. № 11. С. 60–69.
- 13. *Рождественский А.В., Лобанова А.Г.* Использование материалов кратковременных гидрометрических изысканий в расчетах стока // Метеорология и гидрология. 1991. № 12. С. 84–92.
- 14. Соколов А.А., Чеботарев А.И. Очерки развития гидрологии в СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 310 с.
- 15. Соколов Б.Л. Методика приведения единичных измерений расходов воды к среднему расходу за измеренный период // Тр. ГГИ. 1974. Вып. 213. С. 24–32.
- 16. Соколов Б.Л. Приближенная оценка некоторых характеристик стока рек по данным эпизодических наблюдений // Труды ГГИ. 1978. Вып. 254. С. 64–81.
 - 17. Соколовский Д.Л. Речной сток. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 468 с.
- 18. *Степаненко С.Р.* Климатические изменения температуры воздуха и высоты поверхности Н500 Северного полушария // Метеорология и гидрология. 1995. № 8. С. 14–22.



ПУТЕШЕСТВИЕ В УВАЖАЮЩУЮ СЕБЯ СТРАНУ

THE TRAVEL TO SELF-RESPECT COUNTRY

Я всегда хотел в Скандинавию.

Финляндия соблазняла одеждой и обувью.

Швеция притягивала величественностью зданий, бурной историей, так тесно связанной с историей нашей страны.

Дания манила сказками Андерсена. Норвегия не привлекала ничем.

Лес, скалы, рыба... Все это в избытке есть и у нас.

Ну разве что музей Тура Хейердала посмотреть.

Поэтому в январе 2003 г. в Осло я оказался проездом. Всего семь часов.

Серый город, серое небо, свинцовое море. Холодно. Улицы в сугробах. Из сугробов торчат машины. Дорогущий кофе. Круассаны.

«Кон-Тики» и «Ра» напомнили о лазурном море, жарких странах, веселых и опасных приключениях.

Огромный парк. Около 600 скульптур людей, изображающих неизбежное движение к смерти.

Ну нет, в Норвегию я больше ни ногой

А что за залив такой, длинный и узкий? Обрывистые берега, отвесные скалы. Почему паром уже час идет по нему и никак не может выйти в открытое море?

Слышу голос гида: «Это — Ослофьорд. Норвегия — страна фьордов».

Вспоминаю: «Фьорд — это узкий, извилистый морской залив со скали-

стыми берегами, врезающийся глубоко в сушу».

«Как же так? Мы что, уже уезжаем? Я же должен, обязан облазить эти скалы, изучить эти заливы».

Проходит время. Путешествия по миру продолжаются, но уже с детьми.







Дети требуют солнце, песок, теплое море. Я никогда не увижу фьорды...

Март 2010 г. Разговор с организатором поездки Аллой Аксеновой из ОАО «ПНИИИС»: «В Осло мы не задержимся. Делать там нечего. Город серый, унылый. Самолетом в Тронхейм. Оттуда на круизном лайнере до Бергена. А вот там такие фьорды...»

Все. Срочно оплачиваю поездку, собираю вещи. Дети ревут: «А как же мы?!» Объясняю: «Вам туда ехать опасно. В горах злые тролли, они хватают ма-

леньких детей и превращают их в камни». Жену обещаю превратить в камень сам. Улетаю довольный.

3 мая. Мы в Норвегии. Коллектив небольшой. Люди со всей страны. Камчатка. Сахалин. Кемерово. Тюмень. Челябинск. Краснодар. Москва. Оказывается, все друг друга знают, дружат уже давно. Вместе участвовали в таких поездках, встречались на конференциях, которые организуют ПНИИИС и АИИС (понял, как верен слоган: «Встреча друзей перед Рожде-

ством»). Приветствуют друг друга, улыбаются, шутят. Я в этой компании новичок.

Устал. Запираюсь в номере. «А гулять по городу?» — «Я что, Осло не видел? Город серый, унылый». Скорей бы Берген.

На следующий день обзорная экскурсия. В автобусе стараюсь устроиться поудобнее. Слушаю гида. Начинаю смотреть. Глаза расширяются сами собой. Что это? Это Осло? Откуда такие тона? Разве это небо может быть голубым? Разве в этих краях есть солнце? Что с



домами? Они все играют красками, всеми оттенками желтого, красного, коричневого, серого. Какая самобытная, ни на что не похожая архитектура! Город утопает в зелени. В скверах на скамьях и прямо на лужайках сидят люди, разговаривают, смеются, играют с детьми. Нигде нет банок, бутылок, окурков.

Огромный парк, попавший в руки Мастера. Скульптуры людей. Детей, подростков, взрослых, стариков. Мужчин и женщин. Жизнь во всех ее проявлениях. Жизнь, возникающая и уходящая. Поколения людей, сменяющие друг друга. Человечество, устремившееся ввысь.

После экскурсии Алла спрашивает: «Ну, как город?» Потрясенно мотаю головой, развожу руки. Вижу в ее глазах те же самые чувства.

Ухожу гулять. До позднего вечера слоняюсь по узким улочкам, наслаждаюсь тишиной и покоем.

Как жаль, что завтра улетаем. Но ничего, я еще вернусь в Осло.

Тронхейм расположен в 550 км к северо-западу. Город спрятан в глубине большого фьорда. Знаменит собором святого Климента, который считается лучшим во всей Скандинавии. Своим фасадом, богато украшенным арками и резными скульптурами, здание, скорее, напоминает соборы Франции или Англии. Был построен в первом веке прошлого тысячелетия королем Олафом, который облюбовал эти места как базу для своих разбойных набегов. Часто перестраивался. Внутри собора тихо и торжественно. Красные и желтые цвета убранства создают праздничное настроение.

Гуляю по тихим улочкам, дышу чистым морским воздухом. Совсем другая, чем в Осло, архитектура. Все постройки деревянные. Трехэтажные длинные здания центра сменяются на окраинах (от центра до окраин двадцать минут пешком) одноэтажными домами, больше похожими на наши коттеджи. Все чисто, аккуратно. Наступает новый день, и опять пора в дорогу.

Круизный лайнер знакомит нас с побережьем Норвегии. Лежим в шезлонгах на палубе, закутавшись, подставив лица мягкому, ласковому солнцу. Разговариваем.

Справа — Северное море. Где-то там, вдалеке, дельфины, киты, косяки рыбы.

Слева — леса, скалы, поля. Горы, покрытые снегом. Изредка попадаются маленькие, симпатичные домики. Останавливаемся в небольших, очень чистых и аккуратных населенных пунктах, гордо именуемых норвежцами городами.

Вечером любуемся закатом.

Берген поразил.

Набережная, похожая на большой рынок. Машины носятся по узким улочкам от магазина к магазину. Много молодежи. Шум, крики, громкая музыка. Африканские, азиатские лица. Кругом продают пиво, соленую рыбу. Пиво пьют прямо на набережной, рыбу съедают тут же. Большая очередь к киоску с чем-то напоминающим сосиски в тесте. Лоток с сувенирами. Под видом местных камней продают прокрашенные бразильские агаты. Вот тебе и спокойствие, вот тебе и Норвегия! Видимо, ганзейские купцы, построившие город, навсегда сохранили здесь свой дух.

После Бергена жизнь превращается в сплошной калейдоскоп.

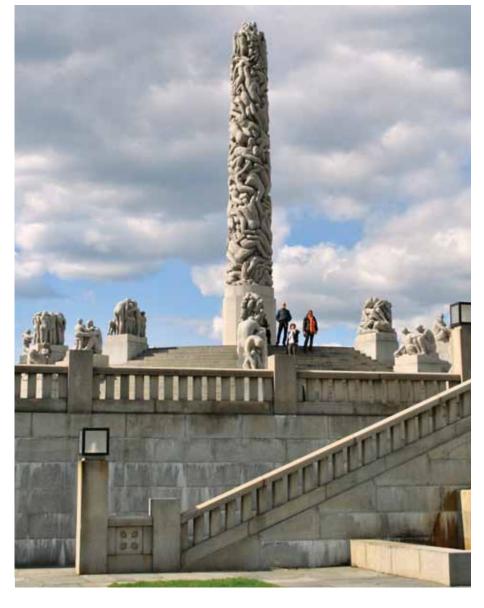
Автобус, поезд, автобус, паром, гуляем, поезд. И все это в один день!

Мелькают поселки, пристани, серпантины, леса, горы, межгорные долины, ледники, водопады, Сегни-фьорд. Изредка встречаются коренные жители этих мест тролли. Из солнечной долины с нежной растительностью (утром) попадаем на горную вершину с вечными снегами и горнолыжниками (днем) и опять в долину (вечером), но уже в другую.

Мы опять в Осло! Все! (На следующий день шел мелкий моросящий дождь. Город выглядел серым, унылым. Но обмануть меня уже было нельзя!)

Прошел почти год... Поездка далеко позади. Краски потускнели, чувства притупились, эмоции схлынули. Но что-то свербило душу, томило ее. Что-то, что осталось недопонятым, неосознанным. Что-то, что я упустил, не разглядел. Что?

Воскресным утром смотрю передачу Дмитрия Крылова про Западную







Европу. Слышу слова: «Посещая эти маленькие города, я постоянно задаю вопрос: "Почему? Почему у них так чисто, так ухоженно, так уютно?"».

Задумываюсь. А действительно, почему?

Мы проехали полстраны, посетили прекраснейшие города. Общались с руководителями ведущих научно-исследовательских институтов, гидами на экскурсиях, продавцами в магазинах и на рынках, персоналом отелей, просто прохожими. Слушали, что они говорят о себе, о своей стране. Поражались, как они это говорят.

В институтах: «На науку правительство не жалеет денег. Наши лаборатории являются лучшими во всей Европе. Наши научные корабли оснащены самым совершенным оборудованием.

Они бороздят океаны, изучают побережье Австралии, Канады, Африки, шельф Ледовитого океана. Это наши научные разработки используют транснациональные компании. У нас лучшие технологии по разведке и добыче нефти со дна океана».

Гиды на экскурсиях: «Мы единственная страна в Северной Европе, которая дала отпор немецким оккупантам в 1940 году. Зная, что сопротивление бесполезно, наши моряки три недели обороняли побережье. Они гибли, но не отступали». «Наш король Олаф был отъявленный негодяй. Он держал в страхе все побережье Европы, терроризировал население своей страны, силой заставил принять христианство. Но это наш король, наша история, и мы чтим его память». «Мы провели референдум

и отказались от вступления в зону евро. Нам не нужна зависимость от европейских чиновников».

На улицах: «У нас нет коррупции, преступности. У нас самый высокий уровень жизни. Все доходы от нефтедобычи мы вкладываем в образование, науку, воспитание детей. Мы строим дороги, порты, прорубаем тоннели».

Но все достижения — это же новейшая история. Месторождения шельфа открыты недавно. Газо- и нефтедоллары, вкладываемые в экономику, потекли в страну только сейчас. А что раньше?

Воевали, но территорий не прибавили.

Дрались, грабили, но богатства не нажили.

За пятьсот лет до Колумба открыли Америку. Об открытиях, путешествиях все забыли.

Казалось бы, вот повод для уныния, для самоунижения.

Но слышу опять: « Зря дрались, но зато как!». «Все забыли, что мы были первыми. Но все-таки были».

С какой гордостью они это говорят, с каким достоинством.

А, может быть, это и есть причина? Может быть, в этом кроется ответ?

Уважая себя, содержат дом в чистоте.

Стараясь жить достойно, не допускают воровства, взяток.

Гордясь своей страной, добиваются ее процветания.

Маленькая северная страна. Гордый, независимый народ. Какие еще открытия вы мне готовите? Чему сможете научить?



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Принимаются оригинальные статьи по широкому кругу вопросов инженерных изысканий (инженерно-геологических, инженерно-геодезических,

инженерно-гидрометеорологических, инженерно-экологических и инженерно-геотехнических) под различные виды капитального строительства, включая изыскания под городское и промышленное строительство, гидротехническое и энергетическое строительство, дорожное строительство, строительство нефте- и газопроводов, изыскания для месторождений полезных ископаемых и др., а также статьи по методике и методам изысканий, применяемому полевому и лабораторному оборудованию, отечественной и зарубежной практике изысканий и их организации, истории и методологии изысканий, совершенствованию нормативной и правовой базы.

- Статьи принимаются в печатном или электронном виде (по электронной почте) объемом до 1 авторского листа (40 тыс. печатных знаков с пробелами или 10–12 страниц текста, набранного на компьютере и напечатанного шрифтом 12-го кегля с одиночным интервалом).
- Статьи сопровождаются аннотациями (до 100–150 слов) на русском и английском языках, а также списком ключевых слов (5–10 слов) также на русском и английском языках.
- Название статьи, фамилия и инициалы автора даются на русском и английском языках.
- Фамилия автора сопровождается должностью, местом его работы и электронным адресом.
- Структура статьи должна по возможности включать введение (цель, задачи работы), методику (методы) исследования, характеристику объекта исследования, результаты и выводы (заключение).
- Статья сопровождается списком цитируемой литературы, оформленным в соответствии с ГОСТ 7.1-2003, составленным по алфавиту (сначала русский, затем иностранный).
- Ссылки на литературу в статье даются по номерам алфавитного списка в квадратных скобках, например, [2], [4–6] и т.п.
- Рисунки (цветные или черно-белые фотографии, штриховые рисунки, диаграммы, графики и т.п.) принимаются в электронном виде в формате jpeg, tiff или eps с разрешением не менее 300 пикселей на дюйм (или 300 dpi). Цветные карты принимаются с разрешением не менее 600 dpi.
- Рисунки сопровождаются подрисуночными подписями и нумерацией.
- Размерность физических величин и параметров дается в системе СИ.
- Таблицы сопровождаются названиями и нумерацией.
- Статьи проходят обязательное внутреннее и внешнее рецензирование, техническую редакцию, после чего автору высылается верстка для окончательной проверки.

После публикации статьи в журнале автору высылается по e-mail электронная версия опубликованной статьи в формате pdf. После выхода номера в свет автор может бесплатно получить в редакции

до трех экземпляров журнала.

С аспирантов плата за статьи не взимается.

Адрес редакции:

105187, Москва, Окружной проезд, д. 18. Тел./факс: +7 (495) 366-2684, 366-2095.

E-mail: geo@pniiis.ru



ПРИБОР ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ПУЧИНИСТОСТИ ГРУНТОВ















Саморегулируемая организация

Ассоциация Инженерные изыскания в строительстве





Некоммерческое партнерство содействия развитию инженерноизыскательской отрасли «Ассоциация Инженерные изыскания в строительстве» внесено Ростехнадзором в государственный реестр саморегулируемых организаций 28.04.2009 г. под регистрационным номером СРО-И-001-28042009

Ведется выдача свидетельств о допуске к работам по выполнению инженерных изысканий в строительстве.

КРУПНЕЙШАЯ ИЗЫСКАТЕЛЬСКАЯ СРО В РОССИИ

Документы на вступление в Ассоциацию принимаются в исполнительной дирекции в Москве и в филиалах в следующих городах:

Санкт-Петербург, Измайловский проспект, дом 4. Тел.: +7 (812) 316-61-18. E-mail: spb@oaiis.ru.

Ростов-на-Дону, ул. Греческого города Волос, дом 6. Тел.: +7 (863) 242-44-60. E-mail: rostov@oaiis.ru.

Краснодар, ул. Котовского, дом 42.

Тел.: +7 (861) 255-75-29. E-mail: krasnodar@oaiis.ru. Самара, ул. Ново-Садовая, дом 18, комнаты 3, 4.

Тел.: +7 (987) 948-15-70 (моб.), +7 (909) 371-12-79. E-mail: samara@oaiis.ru.

Уфа, проспект Октября, дом 56/3.

Тел.: +7 (347) 279-04-54. E-mail: ufa@oaiis.ru.

Пермь, ул. Куйбышева, дом 52.

Тел.: +7 (342) 239-31-12. E-mail: perm@oaiis.ru. Тюмень, ул. Коммунистическая, дом 70, корпус 3.

Тел.: +7 (3452) 261-942, +7 (3452) 626-804. E-mail: tumen@oaiis.ru.

Томск, ул. Пушкина, дом 40/1.

Тел.: +7 (3822) 66-05-49, +7 (913) 840-33-36. Владивосток, ул. Пограничная, дом 15а. Тел.: +7 (4232) 61-32-24. E-mail: dv@oaiis.ru.







