



ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Периодическое научное издание

№ 2

июнь 2010

Нижний Новгород

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 2(14)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2010. 270 с., 23 л. цв. вклеек.

Учредитель и издатель: ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 – 26581 от 20 декабря 2006 года. Территория распространения – Российская Федерация.

Статьи рецензируются. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

«Приволжский научный журнал» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. Новая редакция Перечня утверждена решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года № 6/6.

Главный редактор д-р техн. наук, проф. Е. В. КОПОСОВ

Заместитель главного редактора д-р техн. наук, проф. С. В. СОБОЛЬ

Ответственный секретарь канд. техн. наук, доц. Д. В. МОНИЧ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

чл.-кор. РААСН, д-р арх., проф. Е. А. АХМЕДОВА; чл.-кор. РААСН, проф. В. Н. БОБЫЛЕВ; д-р техн. наук, проф. В. И. БОДРОВ; д-р техн. наук, проф. Л. А. ВАСИЛЬЕВ; д-р биол. наук, проф. Д. Б. ГЕЛАШВИЛИ; чл.-кор. РААСН, д-р арх., проф. А. Л. ГЕЛЬФОНД; д-р наук, проф. Р. ГРЭФЕ; засл. деят. науки РФ, чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф. Л. Н. ГУБАНОВ; д-р экон. наук, проф. М. Н. ДМИТРИЕВ; д-р техн. наук, проф. А. И. ЕРЕМКИН; д-р филос. наук, проф. Л. А. ЗЕЛЕНОВ; д-р физ.-мат. наук, проф. М. М. КОГАН; д-р юрид. наук, проф. А. А. КОНЕВ; засл. деят. науки РФ, д-р экон. наук, проф. О. П. КОРОБЕЙНИКОВ; д-р психол. наук, проф. В. А. КРУЧИНИН; д-р истор. наук, проф. А. А. КУЛАКОВ; чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Н. КУПРИЯНОВ; д-р техн. наук, проф. И. В. МОЛЕВ; д-р наук, проф. Ф. НЕСТМАНН; д-р наук, проф. С. И. РОТКОВ; засл. деят. науки РФ, д-р техн. наук, проф. И. С. РУМЯНЦЕВ; засл. деят. науки РФ, д-р физ.-мат. наук, проф. Р. Г. СТРОНГИН; д-р физ.-мат. наук, проф. А. Н. СУПРУН; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. И. ТЕЛИЧЕНКО; засл. деят. науки РФ, чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф. С. В. ФЕДОСОВ; чл.-кор. РАО, д-р филос. наук, проф. Л. В. ФИЛИППОВА; д-р экон. наук, проф. Д. В. ХАВИН; д-р наук, проф. Х. ХЕЛЬФРИХ-ХЕЛЬТЕР; д-р пед. наук, проф. А. А. ЧЕРВОВА; д-р физ.-мат. наук, проф. Е. В. ЧУПРУНОВ; д-р техн. наук, проф. В. Н. ШВЕЦОВ; засл. деят. науки РФ, д-р хим. наук, проф. В. А. ЯБЛОКОВ

Зав. ред.-изд. отделом В. В. Втюрина, редакторы: С. А. Елизарова, Т. Л. Батаева, оператор М. А. Коссэ, компьютерная верстка Н. Д. Асташова, переводчик Л. Ю. Воронцов, работа со списками литературы Л. Б. Вержиковская

Подписано в печать 20.06.2010 г. Формат 70x108/16. Бумага мелованная

Печать офсетная. Усл. печ. л. . Тираж 1200 экз. Заказ № ____

Адрес редакции: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

Телефоны: (831) 433-04-36; 430-19-36 (зам. гл. редактора), (831) 430-19-46 (отв. секретарь).

Факс: (831) 430-19-36, **эл. почта:** md@nngasu.ru (отв. секретарь), red@nngasu.ru (редакция),

интернет-сайт: www.pnj.nngasu.ru

Индекс журнала в каталоге Агентства «Роспечать»: 80382. Цена свободная.

Отпечатано в типографии ООО ПКФ «Автохтон». Адрес: 603001, г. Нижний Новгород, ул. Ошарская, д. 76.



СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ, СТРОИТЕЛЬСТВО

| | |
|--|----|
| Дубинский С. И., Лихачева С. Ю. Численное моделирование разрушения кладки из опилкобетонных кирпичей с использованием программного комплекса ANSYS | 7 |
| Лахов А. Я., Супрун А. Н. SVN-трехмерные графические интерфейсы на основе DIRECTX и VC# для визуализации результатов расчетов безопасности строительных конструкций | 10 |
| Хлыбов А. А., Ошурина Л. А. Сравнительный анализ определения величины остаточных напряжений в стали 6ХС акустическим и рентгеновским способами | 16 |
| Пронозин Я. А., Гербер А. Д., Порошин О. С. Экспериментально-теоретические исследования взаимодействия фундамента с бинарной оболочкой и грунтового основания | 22 |
| Черни Р., Циппельт К., Оберле П., Кромер Р., Нестманн Ф. Применение лазерного сканирования местности в качестве основы для гидравлического моделирования водотоков | 29 |
| Соболь И. С., Красильников В. М., Хохлов Д. Н. Современные методы съемки подводного рельефа водохранилищ | 34 |
| Соболь С. В., Иконников Л. Б., Соболь И. С., Хохлов Д. Н. Возобновление долгосрочных инструментальных наблюдений за переформированием абразионных берегов Горьковского водохранилища | 40 |
| Втюрин С. П. Определение ресурсов водохранилищ на малых реках бассейна р. Суры для комплексного использования | 47 |
| Изотов В. С., Краснова Т. А., Селиверстова О. В. Влияние новой добавки на основе олигомерных эфиров акриловой кислоты на плотность и водонепроницаемость бетона | 56 |
| Гордеев Б. А., Голубева К. В. Повышение качества поверки средств измерения механических величин | 61 |
| Николов Н. Д., Шубин И. Л. Моделирование характера распространения звука, излучаемого источником конечной длины | 67 |

АРХИТЕКТУРА. ДИЗАЙН

| | |
|---|-----|
| Лапшина Е. Г. Анализ развития архитектурного образа города во времени | 74 |
| Бурлаков К. В. Топологическая архитектура как результат изменения парадигмы пространства-времени-информации | 83 |
| Шумилкин А. С. Градостроительное наследие Нижнего Новгорода конца XVIII–середины XIX веков | 90 |
| Ушанков Д. В., Лисицына А. В. Колокольня Городецкого Феодоровского монастыря в творческом наследии архитектора А. К. Никитина | 94 |
| Лекарева Н. А. Особенности ландшафтно-экологической инфраструктуры Самары | 99 |
| Скопина М. В. Пространственные классификации нерегулярных парков | 104 |
| Вавилова Т. Я. Принцип экологического соответствия как условие развития отраслей высоких технологий | 110 |
| Сенющенкова И. М. Методы оценки эстетического восприятия городских оврагов | 116 |

НАУКИ О ЗЕМЛЕ, ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

| | |
|---|-----|
| Копосов Е. В. Проблемы геоэкологической безопасности крупных городов в бассейне Волги | 122 |
| Савец Т. Н., Вилков С. А., Вечканова Т. И. Оценка интенсивности подтопления грунтовыми водами застроенных территорий на примере заречной части г. Нижнего Новгорода | 130 |
| Каплунов Н. В., Кашенко О. В., Панютин А. А. Изучение водных режимов рек Старки и Ковы, протекающих по территории Нижнего Новгорода | 136 |



| | |
|---|-----|
| Губанов Л. Н., Катраева И. В., Колпаков М. В. Теоретические основы создания гибких систем водопользования промышленных предприятий | 144 |
| Бодров В. И., Ротков С. И. Экологическое обоснование и расчет круглогодичных систем естественной вентиляции | 147 |
| Лебедева Е. А., Лощилова Е. В. Совершенствование методов очистки выбросов промышленных котельных | 154 |
| Мизгирев Д. С., Курников А. С. Универсальный мобильный комплекс переработки отходов с рекуперацией скрытой в них тепловой энергии | 160 |

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

| | |
|--|-----|
| Краснов Г. А., Краснов А. А., Краснов А. А. Энтропия как показатель эффективности деятельности экономической системы..... | 166 |
| Забаева М. Н. Система методологических принципов эффективного использования регионального туристского потенциала | 170 |

ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

| | |
|--|-----|
| Власова Е. Ю. История советского атомного проекта. Историографический обзор (Часть I) | 176 |
| Багровников Н. А. Архитектоника полной лютеровской Библии (Ганс Луффт, Виттенберг, 1534 г.)..... | 180 |
| Донин А. Н. Временной компонент хронотопа в произведениях немецкой живописи при переходе от Средних веков к Возрождению..... | 187 |
| Качемцева А. А. Основы теории некрокультуры..... | 192 |
| Романова К. Е. Концептуальные основы процесса формирования и развития педагогического мастерства будущих учителей технологии..... | 197 |
| Ростовцев Н. А., Квасова М. Г. Художественная методика обучения рисованию в Европе до начала XX века..... | 203 |
| Ипатова Е. Ю., Ревягина Т. А. Государственная политика в области образования в период просвещенного абсолютизма | 207 |
| Лисенкова Е. В. Развитие многоуровневого образования в немецких вузах в контексте Болонского процесса | 211 |
| Мухина Т. Г. Современные образовательные технологии и их назначение при реализации дополнительной профессиональной образовательной программы..... | 216 |
| Волкова И. В., Сидоркина С. Л. Социальная ответственность как результат успешной социализации личности подростка..... | 220 |
| Калтаева М. В. Психологическое сопровождение личностно-профессионального развития студентов средствами психологической службы вуза (Часть II) | 225 |
| Грязнова Е. В., Грязнов С. М. Дисциплинарный статус технoзнания как философская проблема..... | 230 |
| Кочеров С. Н. Соборность как православный и социальный идеал русской религиозной философии | 236 |
| Прохоров М. М. Симулякры мысли и симулирование: философский анализ..... | 241 |

ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

| | |
|---|-----|
| Открытие 12-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2010/ICEF» (экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность) | 248 |
| Итоги работы 12-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2010/ICEF» (экологическая, гидрометеорологическая, энергетическая безопасность) | 255 |
| Юбилей первого проректора ННГАСУ, член-корреспондента РААСН, профессора В. Н. Бобылева | 259 |
| Новые издания | 262 |
| Перечень требований и условий, предоставляемых для публикации в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал» | 264 |

НА ОБЛОЖКЕ

Бассейн реки Амазонки. Фото с интернет-сайта: <http://100wonders.ru> (подробнее – см. «Информационный раздел», доклад Л. Арагона, Бразилия).



CONTENTS

ENGINEERING SCIENCES, CONSTRUCTION

| | |
|---|----|
| Dubinsky S. I., Likhacheva S. Yu. Numerical modelling of wood-concrete brick work destruction using ANSYS..... | 7 |
| Lakhov A. Y., Suprun A. N. SVN-3d graphic user interfaces based on DIRECTX and VC# for the results visualization of structural safety analysis | 10 |
| Khlybov A. A., Alekseev R. E. Comparative analysis of estimation of residual tension value in 6XC steel by acoustic and X-ray methods | 16 |
| Pronozin Y. A., Gerber A. D., Poroshin O. S. Experimental-theoretical research of a binary-shell foundation interaction with a ground base | 22 |
| Szerny R., Zippelt K., Oberle P., Krohmer R., Nestmann F. Application of laser scanning of area as the basis for hydraulic streams modelling | 29 |
| Sobol I. S., Krasilnikov V. M., Khokhlov D. N. Modern methods of survey of bottom shape of water reservoirs | 34 |
| Sobol S. V., Ikonnikov L. B. Sobol I. S., Khokhlov D. N. Resumption of long-term instrumental observations of reformation abrasion banks of Gorky water reservoirs | 40 |
| Vtyurin S. P. Determination of reservoir resources on small rivers of the Sura catchment for a complex use..... | 47 |
| Izotov V. S., Krasnova T. A., Seliverstova O. V. Influence of a new additive on the basis of oligomer ethers of acrylic acid on density and water resistance of concrete | 56 |
| Gordeev B. A., Golubeva K. V. Improvement of quality of checking of the gauges for measuring mechanical values | 61 |
| Nikolov N. D., Shubin I. L. Modelling the nature of sound propagation radiated by a source of finite length | 67 |

ARCHITECTURE. DESIGN

| | |
|--|-----|
| Lapshina E. G. Analysis of city architectural image development in time | 74 |
| Burlakov K. V. Topological architecture as a result of the space-time-information paradigm change..... | 83 |
| Shumilkin A. S. The Nizhny Novgorod town planning heritage at the end of XVIII – middle of XIX centuries | 90 |
| Ushankov D. V., Lisitsina A. V. The belfry of the Gorodets Feodorovsky Monastery in the artistic heritage of architect A. K. Nikitin..... | 94 |
| Lekareva N. A. Peculiarities of landscape-ecological infrastructure of Samara | 99 |
| Skopina M. V. Space classification of irregular gardens..... | 104 |
| Vavilova T. Y. A. principle of ecological conformity as a condition of development of branches of high technologies..... | 110 |
| Senyuschenkova I. M. Methods of determination aesthetic perception of urban ravines | 116 |

LAND SCIENCES, ECOLOGY AND RATIONAL NATURE MANAGEMENT

| | |
|---|-----|
| Koposov E. V. Problems of geoecological safety of large cities in the Volga basin | 122 |
| Saevets T. N., Vilkov S. A., Vechkanova T. I. Estimation of excess deep saturation of built-up areas in the lower part of the city of Nizhny Novgorod with ground water..... | 130 |
| Kaplunov N. V., Kaschenko O. V., Panutin A. A. Investigation of water conditions of the Starka and Kova rivers flowing on the territory of Nizhny Novgorod..... | 136 |
| Gubanov L. N., Katraeva I. V., Kolpakov M. V. Theoretical principles of development of flexible waste water systems for industries..... | 144 |
| Bodrov V. I., Rotkov S. I. Ecological basis and calculation of all-the-year-round systems of natural ventilation..... | 147 |
| Lebedeva E. A., Loschilova E. V. Improvement of emission cleaning methods at the heat-generating plants..... | 154 |
| Mizgirev D. S., Kurnikov A. S. Universal mobile complex of waste processing with recuperation of hidden heat energy..... | 160 |



ECONOMIC SCIENCES

| | |
|---|-----|
| Krasnov G. A., Krasnov A. A., Krasnov A. A. Entropy as an indicator of efficiency of economic system activity..... | 166 |
| Zabaeva M. N. The system of methodological principles of effective utilization of regional tourist potential | 170 |

SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES

| | |
|---|-----|
| Vlasova E. Y. History of the soviet atomic project. Historiographic review (Part I) | 176 |
| Bagrovnikov N. A. The Luter full bible architectonics (Hans Luft, Wittenberg, 1534)... .. | 180 |
| Donin A. N. The time component of chronotope in German art of the Middle Ages and Renaissance | 187 |
| Kachemtseva A. A. Fundamentals of the theory of necroculture | 192 |
| Romanova K. E. Conceptual bases of the process of formation and development of pedagogical skills of future teachers of technology. | 197 |
| Rostovtsev N. A., Kvasova M. G. The art methods (principles) of training the drawing in Europe before the beginning of the XX century | 203 |
| Ipatova E. Y., Revyagina T. A. The national policy in education during the period of enlightened absolutism | 207 |
| Lisenkova E. V. The structure of the Bachelor and Master education in institutions of Germany in the Bologna Process context | 211 |
| Mukhina T. G. The modern educational technologies and their function in realisation of the complementary professional learning program | 216 |
| Volkova I. V., Sidorkina S. L. Social responsibility as a result of successful socialization of the teenager's personality | 220 |
| Kaltaeva M. V. The psychological support of personal and professional development of students by means of the psychological service of the higher school (Part II) | 225 |
| Grjaznova E. V., Grjaznov S. M. Disciplinary status of techno-knowledge as a philosophical problem | 230 |
| Kocherov S. N. Conciliarism as an orthodox and social ideal of the Russian religious philosophy | 236 |
| Prokhorov M. M. The simulacra of thought and feigning: a philosophical analysis | 241 |

INFORMATION SECTION

| | |
|---|-----|
| Opening ceremony of the 12th International scientific and industrial forum "Great Rivers-2010/ICEF" (ecological, hydrometeorological, energy safety)..... | 248 |
| Outcomes of the 12th International scientific and industrial forum «Great Rivers-2010/ICEF» (ecological, hydrometeorological, energy safety) | 255 |
| Jubilee celebration of the first vice-rector of NNGASU, corresponding member of RAACS, professor V. N. Boblyov | 259 |
| New publications | 262 |
| List of requirements for publications in the scientific periodical «Privolzhsky scientific journal»..... | 264 |

COVER PAGE

Basin of the Amazon River. Photo from <http://100wonders.ru> (For more information see "Information section", report L. Aragon, Brazil)

УДК 693.2:691.33+004.94

С. И. ДУБИНСКИЙ¹, зав. сектором научно-образовательного центра компьютерного моделирования, аспирант кафедры информатики и прикладной математики, гл. специалист ООО «ГК-Техстрой»; С. Ю. ЛИХАЧЕВА², канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры сопротивления материалов и теории упругости, докторант кафедры конструкций из дерева, древесных композитов и пластмасс

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ КЛАДКИ ИЗ ОПИЛКОБЕТОННЫХ КИРПИЧЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS

¹ГОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26. Тел.: (499) 929-50-17;
факс: (499) 183-59-94; эл. почта: sergdubpodlipki@mail.ru

²ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-86;
факс: (831) 430-53-75; эл. почта: lihsvetlana@yandex.ru

Ключевые слова: метод конечных элементов, численное моделирование, разрушение, опилкобетонная кладка.

Key words: the finite element method, numerical simulation, fracture, wood- concrete brick work.

В статье приводятся результаты численного моделирования процессов разрушения опилкобетонных столбов. Исследования проведены с использованием программного комплекса ANSYS, основанного на МКЭ.

The results of the numerical simulations of wood- concrete brick failure are given in the paper. The research was made using bundled software ANSYS based on FEM.

Применение современных информационных технологий позволяет дополнить возможности стандартного подхода к расчету строительных сооружений каменной кладки при условии использования интегрированных систем прочностного анализа, основанных на методе конечных элементов (МКЭ).

В настоящее время количество конкурирующих между собой программных комплексов (ПК) для выполнения прочностного анализа и проектирования строительных объектов измеряется сотнями [1]. В большинстве своем они предназначены для широкого круга отраслей производства (не только строительства) и позволяют добиваться максимальной эффективности затрат на вычислительную технику и программные средства.

Для расчетов, представленных в данной статье, авторами использован программный комплекс по методу конечных элементов ANSYS версия 11.0 [2], установленный в научно-образовательном центре компьютерного моделирования МГСУ.

Этот программный комплекс сертифицирован Госатомнадзором РФ (рег. номер ПС в ЦОЭП при РНЦ КИ № 490 от 10.09.2002, рег. номер паспорта аттестации № 145 от 31.10.2002), а также многими зарубежными органами сертификации (ISO-9001, ISO 9000-3, British standard BS 5750, Lloyd's Register's software

certification, NAFEMS QA certification и др.). В 2009 году получено верификационное свидетельство RAACH.

Программа ANSYS допускает приложение нагрузок всех видов и позволяет включать все виды нелинейностей (пластичность, большие деформации и смещения, контакт с трением, ползучесть, трещинообразование в бетоне [2] и металле и т. д.), в том числе и в нестационарной динамической постановке. Разработана модель материала CONCRETE, поддерживающая учет растрескивания и раздробления (разрушения при сжатии) [2], для генерации которой требуется ввод предельных напряжений R_b и R_{bt} .

Моделировался процесс разрушения при сжатии образца многорядной кладки из полнотелых опилкобетонных кирпичей размером 88×120×250 мм. Расчет выполнялся в физически и геометрически нелинейной постановке с учетом возможности трещинообразования.

Натурные испытания серий столбов с меняющимися прочностными свойствами кирпичей проводились на кафедре деревянных конструкций ННГАСУ и подробно описаны в [3]. В результате проведения этих экспериментов по разрушению представительного объема кирпичной кладки и отдельных кирпичей получены полные диаграммы деформирования и зафиксирована картина трещинообразования. На рис. 1 цв. вклейки для примера представлены фотографии образования трещин в кладке столбов разного поперечного сечения.

При численном моделировании использовались восьмиузловые шестигранные элементы SOLID 65 с тремя степенями свободы в узле и дополнительными функциями формы внутриэлементных перемещений для повышения точности. Объемно-напряженное состояние КЭ при физически нелинейном расчете оценивалось в трех ортогональных направлениях в каждой из точек интегрирования с использованием пятипараметрического критерия Виллема-Варнке [4].

Функциональные зависимости, описывающие поверхности разрушения (ПР) в ANSYS, были получены аппроксимацией результатов натурных экспериментов. По достижении в точке интегрирования (восемь на элемент) любым главным напряжением ПР для растяжения возникает трещина. Трещина может возникнуть в одном или нескольких направлениях. В направлении трещинообразования прочность на растяжение обнуляется, хотя при закрытии трещины могут передаваться сжимающие напряжения, нормальные к трещине. Свойства материала для направлений, в которых трещина не обнаружена, остаются прежними.

Для описания поведения при сжатии применялась модель кинематического упрочнения KINH, позволяющая учитывать ниспадающую ветвь диаграммы. Это соответствует реальному поведению кирпичных строений, способных воспринимать внешнюю нагрузку при наличии систем трещин и разрывов. Наличие отдельных трещин – это еще не разрушение конструкции. Накапливаясь, трещины могут привести к потере несущей способности здания. Однако этот момент не является внезапным, а является результатом накопления повреждений на разных структурных уровнях.

Экспериментально показано [3], что первые трещины в кладке из опилкобетонных кирпичей появляются при нагрузке, составляющей 68-80% от разрушающей, что приводит к нелинейному характеру деформирования материала.

По толщине (88 мм) кирпич, как правило, разбивался на четыре-пять КЭ, что, как показали дополнительные тестовые расчеты, обеспечивает практиче-



скую точность. По толщине слоя раствора вводились два элемента. Разбиение представительного объема кладки на конечные элементы (рис. 2 цв. вклейки) производилось так, чтобы границы элементов попадали на границы разделов «раствор – кирпич». Благодаря такому подходу в каждом конечном элементе упругие свойства были однородны и изотропны и соответствовали разнице в свойствах кирпича или раствора.

Аналогично эксперименту между кладкой и плитами нагружения (приняты упругими стальными) предполагалось нелинейное контактное взаимодействие (коэффициент трения был принят равным 0,4).

К верхней поверхности плиты прикладывалось кинематическое воздействие в виде вертикального перемещения U_0 , нижняя плита была закреплена от перемещений. Для лучшего соответствия численного эксперимента натурному учитывался собственный вес опилкобетонных столбов.

Расчет проводился в физически и геометрически нелинейной постановке с учетом возможности пластического деформирования и прогрессирующего разрушения отдельных конструктивных элементов, а также общей и местной потери устойчивости. Нелинейный расчет выполнялся методом Ньютона-Рафсона с использованием полной процедуры NROPT, FULL, уравнивающими итерациями и автоматическим выбором шага. Для улучшения сходимости при закритическом поведении применена несимметричная схема хранения матриц и процедуры прогноза-коррекции. По результатам тестирования определены оптимальные для данного класса задач параметры итерационного процесса.

Для удобства проведения вариантных расчетов составлены макросы (подпрограммы на внутреннем языке программирования APDL), реализующие всю необходимую последовательность операций (ввод диаграмм поведения, опций конечных элементов и параметров решения, обработку и визуализацию результатов). Макросы снабжены русскоязычным интерфейсом и рассчитаны на применение пользователями, не имеющими большого опыта нелинейных расчетов ANSYS.

С использованием предлагаемой методики удалось отследить поведение столбов всех серий из [3] как качественно, так и количественно.

Качественное совпадение зависимостей между напряжениями и деформациями для столбов серии 3 из столбов при натурных и численных исследованиях демонстрирует рис. 3 цв. вклейки.

На рис. 4 цв. вклейки представлены полученные численно картины распределения продольных и поперечных перемещений. Знаки поперечных перемещений, соответствующих растягивающим напряжениям, соответствует предположению о том, что причиной разрушений кладки при сжатии является возникновение растягивающих напряжений в кирпичах. При хорошем качественном совпадении численных результатов с натурными можно отметить разницу в количественных характеристиках, которая составила около 9%.

Причиной такого несоответствия можно считать недостаточную информацию о деформационно-прочностных свойствах растворных швов, а также возможное наличие эксцентриситета при натурных испытаниях. При дальнейших расчетах необходимо учитывать и тот факт, что опилкобетонный кирпич – существенно разномодульный анизотропный материал, а значит, для дальнейших уточнений необходимо проведение натурных дополнительных экспериментов на растяжение этих кирпичей.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, финансируемой за счет средств федерального бюджета, выделяемых по направлению расходов «НИОКР», мероприятию 1.3 «Проведение научных исследований молодыми учеными – кандидатами наук и целевыми аспирантами в научно-образовательных центрах» (ГК № П1186 от 27.08.09).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кашеварова, Г. Г. Основы автоматизации проектирования в строительстве : курс лекций / Г. Г. Кашеварова. – Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 300 с.
2. Theory Reference for ANSYS and ANSYS Workbench, Release 11.0 // Documentation for ANSYS / ANSYS. – Inc., USA, 2007. – P. 1462.
3. Цепяев, В. А. Экспериментальные исследования прочности и деформативности кладки из опилкобетонных кирпичей при кратковременном сжатии / В. А. Цепяев, М. А. Лебедев, С. Ю. Лихачева // Вестник Волжского регионального отделения Российской Академии архитектуры и строительных наук. – 2009. – Вып. 12. – С. 203–210.
4. Willam, K. J. Constitutive Model for the Triaxial Behavior of Concrete / K. J. Willam, E. D. Warnke // Proceedings International Association for Bridge and Structural Engineering / ISMES. – Bergamo, Italy. – 1975. – Vol. 19. – P. 67.

© С. И. Дубинский, С. Ю. Лихачева, 2010

Получено: 17.04.2010 г.

УДК 624.074.43:004.9:721.01:681.3

А. Я. ЛАХОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры информационных систем и технологий;
А. Н. СУПРУН, д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой информационных систем и технологий

SVN-ТРЕХМЕРНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ НА ОСНОВЕ DIRECTX И VC# ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТОВ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 433-47-71; факс: (831) 430-19-36;
эл. почта: alakhov99@nngasu.ru

Ключевые слова: геодезический купол, прочностной расчет, графическая библиотека SVN, трехмерный интерфейс пользователя, DirectX, стереографика.

Key words: geodesic dome, structural analysis, SVN graphic library, 3D user interface, DirectX, stereographics.

Рассматривается проблема разработки постпроцессора расчета строительных конструкций. Постпроцессор позволит просматривать в стереорежиме геодезические купола. При построении постпроцессора используется графическая библиотека стереовизуальных компонентов SVN.

The article considers a problem of developing a structural analysis postprocessor which will enable stereo mode viewing of geodesic domes structures. A graphics library of stereo-visual components SVN will be used for building the postprocessor.



Стадия архитектурного проектирования строительных объектов характеризуется вариативным поиском архитектурно-выразительных решений. Современные системы автоматизированного проектирования, такие, как ArchiCAD, ALLPLAN, AutoCAD, КОМПАС и другие, предоставляют архитекторам возможность существенно облегчить этот трудоемкий процесс на уровне автоматизированного построения фасадов зданий и даже аксонометрических и изометрических проекций. При этом пользователь может совершать виртуальные путешествия как вне, так и внутри проектируемого объекта на плоском экране. Однако достаточно обоснованное заключение о полученном архитектурном решении здания или архитектурного ансамбля может быть сделано только при его объемном восприятии.

В связи с этим архитекторы на заключительной стадии проектирования вынуждены прибегать к построению натурных моделей объектов, что является дорогим и трудоемким процессом. В то же время в автоматизированных системах проектирования могут использоваться стереосредства, представляющие возможность пользователю воспринимать разрабатываемые архитектурные композиции в объеме. Однако, в связи с высокой стоимостью технических средств реализации стереоэффектов, попытки внедрения в САПР средств объемного представления строительных объектов не получили должного развития. Вместе с тем вычислительные средства построения стереоизображений непрерывно совершенствуются и в настоящее время уже можно говорить о доступности их применения в проектировании.

Современные программные средства стереографики, используемые на этапе моделирования и визуализации объектов, развиваются в основном в двух направлениях. К первому направлению можно отнести относительно небольшие программы среднего уровня 3D Combine, STV Player, Image Factory, 3D Plus. Достоинством этих программ является относительно низкая стоимость, возможность реализации функций воспроизведения и обработки стереоизображений на достаточно хорошем уровне. Ко второму направлению можно отнести Maya, Alias Studio, 3DS Max, RTRE, Open Inventor. Они представляют собой большие программы, предназначенные для работы в области 3D моделирования и визуализации, имеют расширенный ассортимент функций, одной из которых является работа со стереоизображениями, в том числе с интерактивными динамическими виртуальными сценами. К недостаткам указанных программ можно отнести высокую стоимость, сложность освоения, сложность интеграции в существующие технологии проектирования. К достоинствам – реализацию интерактивного динамического стерео.

Вместе с тем практическое применение стереографики при проектировании строительных объектов требует специализированных программных средств. В частности, для эффективной работы со стереообъектами необходим интерфейс, обеспечивающий достаточно высокий уровень удобств работы в вариативном режиме [1–4]. При этом архитектор будет иметь возможность оперативно вносить изменения в архитектурные формы здания или архитектурного ансамбля и всесторонне оценивать эстетический эффект от виртуальной реконструкции, а конструктор – вносить изменения и через стереографическое изображение получать доступ к информации о напряженно-деформированном состоянии любых конструктивных элементов.

Очевидно, что для этого необходимо прежде всего перейти от традиционного плоского интерфейса пользователя к трехмерному стереографическому интерфейсу. В этой области можно выделить следующие четыре направления.

1. Интерфейсы на основе трехмерных рабочих столов. Например, для операционных систем Linux и Unix это система Looking Glass и менеджер Metisse. Для Windows наиболее заметными проектами в этой области являются Real Desktop или SphereXP.

2. Интерфейсы на основе метафоры рабочего пространства. Например, интерфейс Broderbund Playroom. Подобного типа интерфейсы используются, в основном, в сфере обучения.

3. Интерфейсы для систем управления технологическими процессами в системах реального времени, например, система AutoMod [5].

4. Интерфейсы на основе метафоры искусственного рабочего пространства. Например, графическая библиотека Grappl [6] научно-исследовательского типа, которая является основой создания экспериментальных приложений, имеющих полностью трехмерный графический интерфейс, и другие работы [7–8].

Настоящая статья посвящена проблеме разработки постпроцессора, позволяющего в стереорежиме просматривать архитектурные объекты, такие, например, как геодезические оболочки, сформированные в программе ArchiCAD. При построении постпроцессора будем использовать графическую библиотеку стереовизуальных компонентов и систему визуализации в виде метафоры искусственного рабочего пространства, основанную на стереовизуальных компонентах [9] и трехмерных формах [10].

В Нижегородском государственном архитектурно-строительном университете разработан комплекс программ геодезической разбивки куполов сферического типа. Комплекс работает в среде архитектурного проектирования ArchiCAD и предоставляет возможность применять, например, одноконтурные (рис.1 цв. вклейки) или двухконтурные геодезические купола (рис.2 цв. вклейки) [11].

Поставленная задача является одним из этапов разрабатываемой технологии проектирования геодезических куполов, которая включает: 1) проектирование архитектурного объекта (ArchiCAD); 2) конвертирование геометрической модели в формат, понятный препроцессору (PCL/PATRAN); 3) разработку расчетной схемы средствами препроцессора (PATRAN); 4) расчет геодезической оболочки МКЭ (NASTRAN); 5) интерпретацию результатов расчета (PATRAN) [12]. Для использования возможностей стереографики на пятом этапе предлагается выполнить интерпретацию результатов расчета в постпроцессоре Esplorer. В качестве средств реализации были выбраны виртуальные технологии, основанные на DirectX и Visual C# , использующие возможности современной платформы Microsoft Net Framework.

Для реализации приложений с использованием библиотеки SVN применяется архитектура: рабочее пространство – данные – компоненты – основная форма – производные формы.

Среда исполнения – это рабочее пространство, в котором используется левая система координат Direct3D. Рабочее пространство имеет вид усеченной пирамиды (frustum) (2 на рис 3 цв. вклейки) , где внутренняя часть пирамиды является видимой (4 на рис. 3. цв. вклейки). Ближняя (3 на рис. 3 цв. вклейки) и дальняя отсекающие плоскости (5 на рис. 3 цв. вклейки) ограничивают внешние пределы



пирамиды. Поле зрения определяется углом при вершине пирамиды (1 – камера рис. 3 цв. вклейки).

Для построения программы, позволяющей интерпретировать результаты расчетов геодезических куполов, была разработана библиотека стерео-визуальных компонентов [11] (SVN) (таблица). В дальнейшем предполагается разработать дополнительные компоненты: поворот – для вращения геометрических моделей, пятно – для редактирования общей формы геодезической оболочки, трафарет – для редактирования формы решетки геодезической оболочки, штамп – для редактирования высоты второго контура геодезической оболочки.

Далее была разработана основная 3D форма, предназначенная для визуализации объектов искусственного рабочего пространства и общения с пользователем. Также как и окна на плоском экране, предусматривается возможность иметь несколько 3D форм стереоизображений, которые могут находиться в развернутом или свернутом видах. Свернутая форма представляется на экране только в виде транслятора, состоящего из пяти кнопок (1 – 5 на рис. 4 цв. вклейки) и надписи (6 на рис. 4 цв. вклейки) – название приложения. Кнопки служат для: 1 – вызова основного меню приложения (Menu); 2 – изменения представления 3D формы (в виде параллелепипеда ShapeBox или в виде цилиндра Translator) (Reshape); 3 – увеличения прозрачности ShapeBox (Plus); 4 – уменьшения прозрачности ShapeBox (Minus); 5 – закрытия 3D формы (Cross).

Развернутая форма кроме транслятора (8 на рис. 4 цв. вклейки) включает: параллелепипед (7), определяющий границы формы в пространстве; фреймер (14), используемый для изменения размеров формы; эллиптический образ (9), являющийся контейнером для 3D модели; изображение 3D модели (12), здесь – геодезической оболочки; полосу масштабирования 3D изображения (10); бегунок масштабирования (11).

Стереовизуальные компоненты

| Компоненты | Назначение |
|-------------------------------------|---|
| Кнопки (ButtonSph) | Для начала, прерывания или завершения процесса |
| Надписи (LabelCyl) | Отображение статического текста |
| Текстовая область (TextCyl) | Ввод данных текстового типа |
| Списки (ListCyl) | Для отбора, удаления из списка или добавления в список элементов |
| Меню (MenuHypButton) | Для создания иерархических меню |
| Многострочный текст (HypText) | Для ввода/вывода нескольких строк текста |
| Эллиптический образ (ImageEll) | Для вывода моделей для просмотра и редактирования геодезических куполов |
| Полоса масштабирования (Scaler) | Для изменения масштаба изображения |
| Полоса прокрутки (Scroller) | Для прокрутки текста в многострочном тексте |

3D форма реализована в виде класса ShapeBox, имеющем переменные – члены класса и методы. К основным методам относятся: ShapeBox () – конструктор экземпляра класса, Draw () – визуализация экземпляра класса, Dispose () – освобождение ресурсов, ~ ShapeBox () – деструктор.

На экране могут быть развернуты одновременно несколько 3D форм в разных масштабах и положениях в рабочем пространстве. В одном 3D приложении может быть открыта исходная геометрическая модель геодезического купола, в другом может быть открыта деформированная геометрическая модель геодезического купола. Для того, чтобы не загромождать рабочее пространство одна из 3D форм, актуальная в данный момент, может быть передвинута на передний план, а другие 3D формы временно переведены в свернутое состояние. Навигация и выбор виртуальных объектов в рабочем пространстве выполняется с помощью указателя (13 на рис. 4 цв. вклейки), который управляется мышью.

При попадании указателя в ограничивающий куб формы размер ShapeBox увеличивается в соответствии с заданным масштабным коэффициентом, показывая что она в фокусе. При попадании указателя в ограничивающий куб фреймера, он увеличивается в размерах. Если далее выполнять перетаскивание, размеры ShapeBox будут изменяться. При перемещении указателя в ограничивающий куб транслятора, он увеличится в размерах. Если далее выполнять перетаскивание – положение ShapeBox в искусственном рабочем пространстве будет меняться. Если переместить указатель в ограничивающий куб одной из кнопок, то она увеличится в размерах, показывая что она стала активной.

Заметим, что при использовании в качестве основы библиотеки SVN необходимо в дальнейшем разработать постпроцессор Explorer, основная часть которого – редактор моделей Moditor – уже разработана. Он предоставляет возможность просмотра и редактирования трехмерных моделей в X формате. Навигация в пространстве выполняется с помощью указателя. Управление редактором производится с помощью команд меню File, Edit, Help. Если открытая X модель выводится в слишком крупном или слишком мелком масштабе, можно выполнить масштабирование с помощью элемента масштабирования (Scaler).

Для реализации стереорежима используется активное стерео на основе методов Aternate Line для LCD мониторов и PageFlipping для CRT мониторов.

В заключении следует отметить, что разработанная графическая библиотека SVN (стереовизуальных компонентов), реализующая метафору искусственного рабочего пространства и SIMP парадигму (формы, иконки, меню, указатель), может применяться для визуализации архитектурных объектов, а также результатов прочностных расчетов строительных конструкций в графической форме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 3D User Interfaces: Theory and Practice. / D. Bowman, E. Kruijff, J. LaViola, I. Poupyrev. - Addison-Wesley, 2005. – 512 p.
2. Thorn, A. DirectX 9 User Interfaces: Design and Implementation / A. Thorn. – Wordware Publishing, 2004. – 330 p.



3. An Introduction to 3-D User Interface Design / D. A. Bowman, E. Kruijff, J. J. LaViola, Jr., I. Poupyrev // PRESENCE. – 2001 (February). – Vol. 10, N 1. – P. 96–108.
4. A 2D–3D Integrated Environment for Cooperative Work./ K. Nakashima, T. Machida, K. Kiyokawa, H. Takemura. // VRST’05, November 7–9, 2005. – Monterey, California, USA, 2005.
5. Rohrer, M. Simulating Reality Using Automod / M. Rohrer, I. McGregor // Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference. – 2002. – P. 173–181.
6. Lee, W.L. Automatic Layout for 3D User Interfaces Construction./ W. L. Lee, M. Green // VRCIA 2006. – Hong Kong, 2006 (14-17 June). – P. 113–120.
7. Hibbard, B. Building 3D User Interface Component Using a Visualization Library / B. Hibbard // Computer Graphics. – 2002. – February. – P. 4–7.
8. Text in 3D: some legibility results / K. Larsen, M. van Dantzich, M. Gzerwinski, G. Robertson // CHI 2000, Interactive Poster. – 2000 (1–6 April). – P. 145–146.
9. Лахов, А. Я. Визуальные стереокомпоненты / А. Я. Лахов // Информационные технологии моделирования и управления. – Воронеж, 2008 - № 7(50). – С. 842 – 845.
10. Лахов, А. Я. Основные трехмерные формы / А. Я. Лахов // Информационные технологии моделирования и управления. – Воронеж, 2009 – №1 (53) – С. 21–25.
11. Павлов, Г. Н. Автоматизация архитектурного проектирования геодезических куполов и оболочек : монография / Г. Н. Павлов, А. Н. Супрун ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун.-т.- Н. Новгород : ННГАСУ, 2006. – 162 с.
12. Автоматизация архитектурного проектирования и прочностного расчета геодезических оболочек / А. Н. Супрун, Г. Н. Павлов, А. Я. Лахов, А. К. Ткаченко // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун.-т. – Н. Новгород, 2008 – № 3(7), – С. 15–19.

© А. Я. Лахов, А. Н. Супрун, 2010

Получено: 17.04.2010 г.

УДК 620.179.16

А. А. ХЛЫБОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры материаловедения и технологии новых материалов, Л. А. ОШУРИНА, канд. техн. наук, доц. кафедры металловедения и термической обработки

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СТАЛИ 6ХС АКУСТИЧЕСКИМ И РЕНТГЕНОВСКИМ СПОСОБАМИ

ГОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24.

Тел.: (831) 436-43-40; факс: (831) 436-94-75; эл. почта: hlybov_52@mail.ru

Ключевые слова: сталь, остаточные напряжения, акустика, рентген.

Key words: steel, residual tension, acoustic, X-ray.

Статья содержит материалы исследований влияния режима термической обработки на величину остаточных напряжений в образцах из стали 6ХС. Приводятся результаты оценки величины остаточных напряжений рентгеновским и акустическим способами. Показана возможность использования упругих волн для оценки остаточных напряжений.

The article contains the results of research of heat treatment influence on residual tension value in 6ХС steel samples. A possibility of applying X-ray and acoustic methods for estimation of residual tension magnitude is shown.

Проблема получения качественной продукции всегда является актуальной. При этом с особой остротой встает вопрос об обследовании различных изделий с целью диагностики дефектов, прочностных характеристик, остаточных напряжений и т. д., приводящих к отклонению изготавливаемых изделий от технических условий.

Авторами исследовалась возможность определения акустическим и рентгеновским методами остаточных напряжений, возникающих после термической обработки образцов из стали 6ХС. Акустические исследования проводились с использованием измерительно-вычислительного комплекса (ИВК) «Астрон» [1].

ИВК «Астрон» обеспечивает высокоточное измерение информативных акустических параметров (задержку или время распространения, затухание) и последующую обработку результатов измерения в реальном масштабе. В приборе реализован импульсный метод приема и излучения упругих волн в диапазоне частот 1 – 50 МГц. Возможна работа как в раздельном (прием и излучение упругих волн разными датчиками), так и совмещенном (прием и излучение осуществляется одним датчиком) режимах. Погрешность измерения задержек отраженных импульсов при работе с преобразователем, имеющем номинальную частоту 5 МГц, не превосходит 10^{-9} с.

Для возбуждения сдвиговых волн используется специально разрезанная пьезокерамика с направлением поляризации параллельно поверхности контролируемой конструкции [2]. Такой датчик позволяет вводить и принимать сдвиговые волны перпендикулярно поверхности образца. В качестве контактной жидкости используется вязкая среда типа эпоксидной смолы без отвердителя. Измерения показали, что материал, используемый для изготовления образцов, является изотропным, скорость сдвиговых волн не зависит от ориентации сдвигового датчика. Для уменьшения погрешности измерения в одной точке прово-



дилось не менее 5 измерений. После каждого измерения датчик отрывался от поверхности образца. Результаты измерения задержек усреднялись прибором и далее использовались в расчетах для определения напряжений.

Скорость C_i , $i = 1, 2, 3$ упругой волны при распространении через исследуемый образец определяли по формуле (прием и излучение упругих волн осуществляется одним датчиком):

$$C_i = 2L/t_i, \quad (1)$$

где L – толщина образца, м. Так как работы производились в режиме излучения и приема, то в формуле (1) путь принимался равным $2L$.

В работе приняты следующие обозначения: индекс 1, 2 – сдвиговая волна, вектор поляризации которой направлен во взаимно-перпендикулярных направлениях. Для стандартного пятикратного образца, изготовленного по ГОСТ 1497-84, индекс 1 соответствует направлению вдоль образца, 2 – в перпендикулярном направлении. Индекс 3 обозначает продольную волну. Согласно этим обозначениям: $t_{1,2}$ – задержка (время распространения) сдвиговых волн, с; t_3 – задержка продольных волн, с.

Погрешность измерения скорости составляет 0,08 % (при толщине образцов 10 мм). Основной вклад в ошибку вносит погрешность измерения толщины образца. Использовался микрометр с электронным цифровым отсчетным устройством типа МКЦ, максимально допускаемая погрешность которого 0,004 мм. Для продольной волны время распространения в образцах толщиной 10 мм примерно $3400 \cdot 10^{-9}$ с. Для сдвиговой волны время распространения в этом же образце примерно $6100 \cdot 10^{-9}$ с. Ошибка измерения времени распространения ультразвука составляет тысячные доли процента. Анализ полученных данных показывает, что изменение скорости при термической обработке составляет более 1 %, что превышает разброс данных, связанных с ошибкой измерения.

Рентгеноструктурные исследования проводились на рентгеновском дифрактометре ДРОН-2,0 [3]. Пределы измерения углов дифракции от -90 до $+164^\circ$, точность измерения углов дифракции $\pm 0,005^\circ$. Съемка проводилась в Fe-излучении. Анодное напряжение – 32 кВ, анодный ток – 24 мА. Суммарная ошибка измерения интенсивности за 10 ч работы составила менее 0,5 % [4].

В качестве материала для исследования были использованы образцы инструментальной стали 6ХС с размерами 50x50x10 мм. Химический состав: С – 0,60-0,70 %, Cr – 1,00-1,30 %, Mn – 0,15-0,40 %, Ni – 0,35 %, V – 0,15 %, W – 0,20 %, Mo – 0,20 %.

Температура критических точек стали 6ХС $A_{c1} - 770^\circ\text{C}$, $A_{c3} - 830^\circ\text{C}$, $M_s - 250^\circ\text{C}$ [2]. Термическая обработка (ТО) образцов из стали 6ХС проводилась по следующим режимам:

- 1) отжиг при температуре $870-880^\circ\text{C}$;
- 2) закалка при температуре $870-880^\circ\text{C}$ (стандартная закалка, нагрев + выдержка 20 мин) и $900-910^\circ\text{C}$ (закалка, нагрев+выдержка 90 мин для получения более крупного зерна) с охлаждением в масле;
- 3) отпуск закаленных образцов при температурах 250, 350, 450, 550, 650°C . Время «нагрев + выдержка» составляло 90 мин.

Было исследовано влияние режима термической обработки на твердость стали. Полученная зависимость представлена на рис. 1.

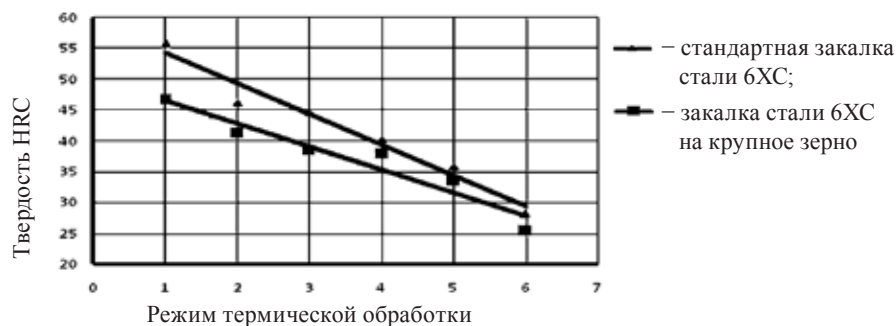


Рис. 1. Влияние режима термической обработки на твердость стали 6XC

На рис.1 – 5 приняты следующие условные обозначения режимов термической обработки:

1 – закалка: температура 870-880°C (стандартная закалка, нагрев+выдержка 20 мин) и 900-910°C (закалка на рост зерна, нагрев+выдержка 90 мин) с охлаждением в масле;

2 – отпуск: температура 250°C (нагрев+выдержка 90 мин);

3 – отпуск: температура 350°C (нагрев+выдержка 90 мин);

4 – отпуск: температура 450°C (нагрев+выдержка 90 мин);

5 – отпуск: температура 550°C (нагрев+выдержка 90 мин);

6 – отпуск: температура 650°C (нагрев+выдержка 90 мин).

На этих же образцах проводились исследования влияния режима термической обработки на скорость упругих волн. Изменение скорости при закалке и отжиге составило: для продольных волн порядка 2%, сдвиговых волн 3,5% (рис. 2,3).

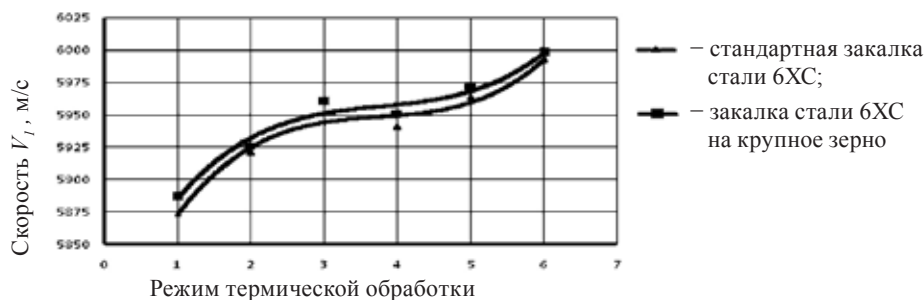


Рис. 2. Влияние режима термической обработки на скорость продольной волны

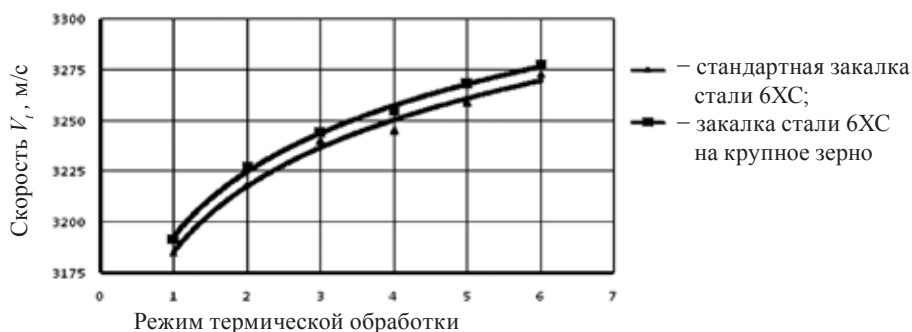


Рис. 3. Влияние режима термической обработки на скорость сдвиговой волны

При построении алгоритма определения главных напряжений σ_1 , σ_2 , предназначенного для использования в инженерных целях, целесообразно взять за основу соотношения, в которые в качестве измеряемого параметра входит время распространения упругих волн [3, 5, 6]:

$$\sigma_1 = K_1 \Delta_1 - K_2 \Delta_2 ; \quad (2)$$

$$\sigma_2 = K_1 \Delta_2 - K_2 \Delta_1 , \quad (3)$$

где

$$\Delta_1 = \left(\frac{t_{01}}{t_{03}} \frac{t_3}{t_1} - 1 \right) ; \quad \Delta_2 = \left(\frac{t_{02}}{t_{03}} \frac{t_3}{t_2} - 1 \right) ,$$

где K_1 , K_2 – коэффициенты упруго-акустической связи материала, которые получают в процессе растяжения стандартных образцов из контролируемого материала; t_{01} , t_{02} , t_{03} – задержки сдвиговых и продольной волн (соответственно) при отсутствии напряжений в образце; t_1 , t_2 , t_3 – задержки упругих волн в образцах, подвергаемых термической обработке.

Погрешность измерения остаточных напряжений с использованием данной методики составила менее 10%. В соответствии с приведенным алгоритмом расчета на рис. 4 показано распределение остаточных напряжений в зависимости от режима термической обработки. Остаточные напряжения принято классифицировать следующим образом: остаточные напряжения 1, 2, 3 рода [7]. Напряжения 1-го рода – это упругие напряжения, действующие в объеме всей детали или отдельных ее зонах. Напряжения 2-го рода или микронапряжения – напряжения, уравновешенные в объемах металла, размер которых примерно равен размеру поликристаллов или размеру блоков. Микронапряжения могут возникать при химических или структурных превращениях (процессы азотирования, цементации, закалки стали). Напряжения 3-го рода (их можно назвать элементарными) уравниваются в объемах одного порядка с элементарной кристаллической ячейкой [8].

Используемый акустический метод контроля позволяет измерять суммарные напряжения 1-го и 2-го родов. Поэтому эти данные являются усредненными по размерам акустического датчика и пути распространения упругих волн. Для объемных волн (продольных и сдвиговых) получаем информацию по толщине образца. В случае использования поверхностных волн измеряются напряжения в слое толщиной порядка длины волны. Например, для частоты 5 МГц толщина контролируемого слоя порядка 0,5 мм.

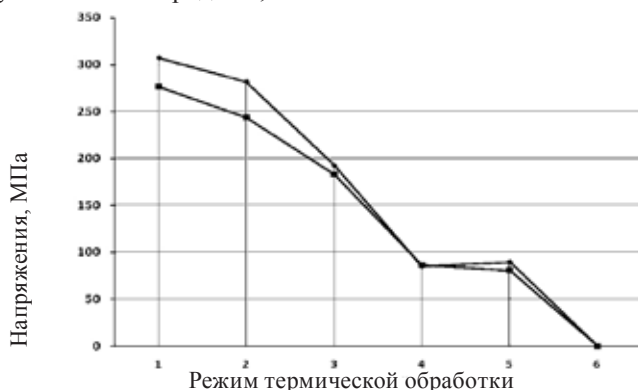


Рис. 4. Влияние режима термической обработки на величину остаточных напряжений. Результаты акустических измерений

Модули Юнга E и сдвига G , коэффициент Пуассона ν определяли акустическим методом по известным в теории упругости соотношениям [1, 3]:

$$E = \frac{\rho c_1^2 (3c_3^2 - 4c_1^2)}{(c_3^2 - c_1^2)}; \quad (4)$$

$$E = \rho c_1^2, \quad (5)$$

$$\nu = \frac{(c_3^2 - 2c_1^2)}{(2c_3^2 - 3c_1^2)}, \quad (6)$$

где ρ – плотность материала, кг/м^3 .

Для оценки напряжений рентгеновским способом использовали соотношение:

$$\sigma_1 + \sigma_2 = (E / \nu) \cdot \text{ctg} \Theta \cdot \Delta \Theta, \quad (7)$$

где Θ – угол отражения; $\Delta \Theta$ – смещение линии отражения.

Таким образом, измеряя по рентгенограмме смещение линий, обусловленное напряжениями 1-го рода, по формуле (7) можно вычислить величины главных напряжений σ_1 и σ_2 .

Как показали измерения, наибольший уровень остаточных напряжений возникает после закалки. Это связано с увеличением искажений кристаллической решетки при образовании пересыщенных твердых растворов и неоднородностью теплового нагрева. На рис. 5 показано влияние режимов термической обработки на величину остаточных микронапряжений, измеренных рентгеновским методом. В отличие от принятых ранее обозначений, на рис. 5 исключены температуры отпуска, равные 350, 550°C.

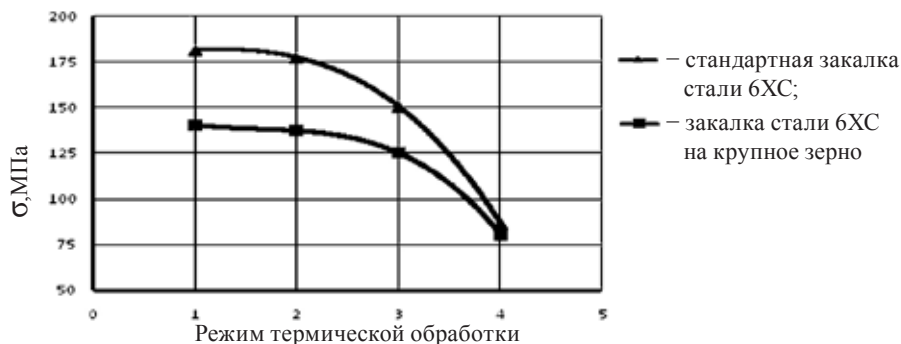


Рис. 5. Влияние режима термической обработки на величину остаточных микронапряжений

Анализируя результаты рентгеноструктурного анализа и измерения скорости ультразвука, полученные при различной термической обработке образцов из стали 6ХС, можно прийти к следующим выводам.

1. Результаты рентгеновских и акустических исследований подтверждают тот известный факт, что наибольший уровень остаточных напряжений возникает после закалки. При этом скорость распространения ультразвука после закалки соответствует минимальным значениям.



2. При отпуске стали происходит уменьшение искаженности кристаллической решетки за счет распада пересыщенных твердых растворов. При повышении температуры отпуска от 250 до 650°C структура стали 6ХС меняется следующим образом: мартенсит отпуска → троостито-мартенсит → троостит → троостит + сорбит → сорбит. Остаточные напряжения частично снимаются, что приводит к увеличению скорости распространения ультразвука по сравнению с закаленным образцом. С увеличением температуры отпуска уровень остаточных напряжений уменьшается.

3. В равновесной структуре, полученной при отжиге стали, значения остаточных напряжений минимальны, скорость ультразвука максимальна. При полном отжиге стали 6ХС наблюдается феррито-перлитная структура материала.

4. Крупнозернистое состояние по сравнению с состоянием после стандартной закалки, увеличивает скорость ультразвука и уменьшает уровень остаточных микронапряжений.

5. Имеющиеся различия между данными, полученными с использованием рентгеновского и акустического методов контроля, можно объяснить тем, что рентгеновским методом получена информация в слое толщиной 50 мкм, а с помощью ультразвука - по всей толщине образца.

Результаты сопоставления двух методов исследования остаточных напряжений в образцах из стали 6ХС показали, что:

1) данные, полученные с использованием рентгеновских лучей и измерением скорости упругих волн, практически совпадают;

2) ультразвуковой метод неразрушающего контроля позволяет определять остаточные напряжения как по толщине образца, так и на поверхности;

3) ультразвуковой метод неразрушающего контроля можно использовать в реальном масштабе времени практически для любого типа конструкций, имеющих доступ для установки датчиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хлыбов, А. А. Использование упругих волн для определения физико-механических характеристик образцов, подвергаемых радиационному облучению / А. А. Хлыбов, В. Г. Васильев, А. Л. Углов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – № 12. – С. 46–49.

2. Углов, А. Л., Хлыбов А. А. Особенности конструкции ультразвукового датчика для контроля неоднородного распределения напряжений в плоских элементах конструкций / А. Л. Углов, А. А. Хлыбов // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2007. – № 10. – С. 38–41.

3. Неразрушающий контроль : Справочник// В 8 т. Т. 4 / под ред. В. В. Клюева. Т. 4 – М. : Машиностроение, 2004. – 736 с.

4. Миркин, Л. И. Рентгеноструктурный контроль машиностроительных материалов : Справочник / Л. И. Миркин. – М. : Машиностроение, 1979. – 134 с. ил.

5. Хлыбов, А. А. Углов А. Л. Оценка остаточных напряжений в трубопроводах из стали 08Х18Н10Т // Контроль. Диагностика. Хлыбов А. А. , Углов А. Л. – 2009. – № 6. – С. 32–35.

6. Хлыбов, А. А. Оценка состояния изделий ножевой продукции, подвергаемых термической обработке / А. А. Хлыбов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2009. , т. 75 – № 4. – С. 54–57.

7. Марочник сталей и сплавов / под ред. В. Г. Сорокина. – М. : Машиностроение, 1989. – 640 с.

8. Фридман, Я. Б. Механические свойства металлов. В 2 ч. Ч. 2. Механические испытания. Конструкционная прочность. – М. : Машиностроение, 1974. – 368 с.

© А. А. Хлыбов, Л. А. Ошурина, 2010

Получено: 12.02.2010 г.

УДК 624. 15

Я. А. ПРОНОЗИН, канд. техн. наук, доц. кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов; А. Д. ГЕРБЕР, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры математики; О. С. ПОРОШИН, аспирант, асс. кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУНДАМЕНТА С БИНАРНОЙ ОБОЛОЧКОЙ И ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ

ГОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2.

Тел./факс: (3452) 43-39-27; эл. почта: pronozin@tgasu.ru

Ключевые слова: фундамент с бинарной оболочкой, опорный контур, несущая мембрана, контактное давление, коэффициент постели, осадка.

Key words: binary-shell foundation, support contour, force membrane, contact pressure, coefficient of soil reaction, settlement.

В данной статье в качестве альтернативы плитным фундаментам гражданских и промышленных зданий предложен фундамент с бинарной оболочкой. Представлены результаты полевого натурного эксперимента, предложена методика расчета фундаментов с бинарной оболочкой, выполнено сопоставление теоретических и экспериментальных данных.

The article proposes a binary-shell foundation for residential and industrial buildings instead of widely spread panel-wall foundations. Also the results of a full-scale experiment are presented, the design procedure of binary-shell foundation is given, the experimental and theoretical data are compared.

Известно, что на значительной части Сибири и севера Европейской части России распространены грунты с высокой деформативностью и низкими прочностными характеристиками. В связи с этим для строительства на слабых грунтах проектировщики зачастую вынуждены применять плитные, свайные или комбинированные свайно-плитные фундаменты. Недостатками данных типов фундаментов являются высокая материалоемкость и низкая удельная несущая способность. Поэтому в отечественной и зарубежной практике продолжается поиск рациональных конструктивных решений для фундаментов зданий и сооружений различного назначения.

Авторами предложен и испытан в натуральных условиях на крупномасштабной модели фундамент с бинарной оболочкой (рис. 1а, б), который представляет собой железобетонный опорный контур с заключенной в нем бинарной оболочкой. Железобетонный опорный контур содержит продольные (1) и поперечные (2) ребра. Бинарная оболочка состоит из армированной бетонной подготовки серповидного очертания (3), выпуклой вверх, и несущей мембраны (4), замкнутой по периметру в ребра опорного контура. Несущая мембрана плотно прилегает к бетонной подготовке, повторяя ее очертание. Бетонная подготовка выполнена по выпуклой вверх криволинейной поверхности грунтового основания (5), (табл. 1). Бетонная подготовка имеет переменную толщину поперечного сечения: от 8 см в середине до 3 см на краях. Размеры фундамента с бинарной оболочкой в плане $1,8 \times 3,7$ м, ширина ребер опорного контура – 0,25 м.

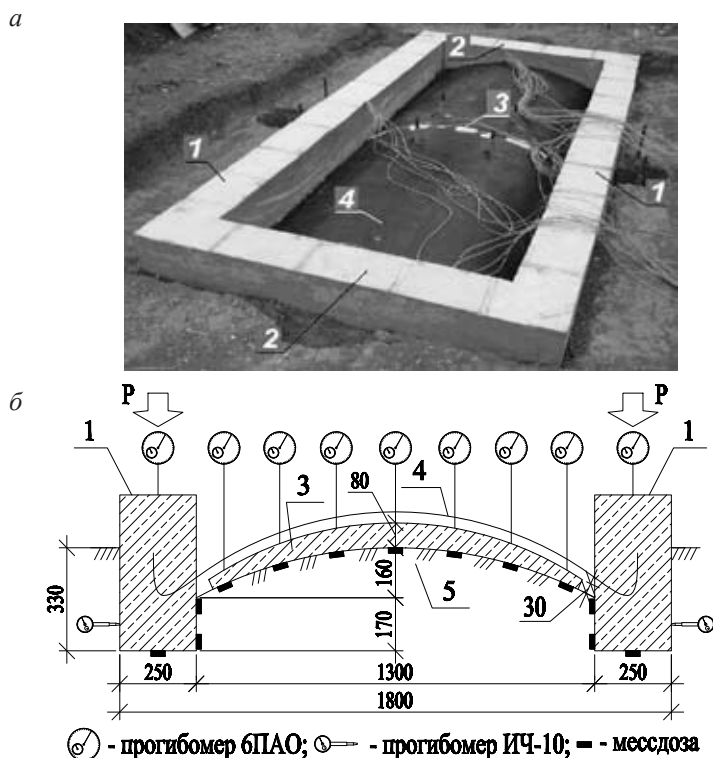


Рис. 1. Фундамент с бинарной оболочкой: *а* – общий вид; *б* – поперечное сечение и схема расположения датчиков

Между армированной бетонной подготовкой и несущей мембраной находится прокладка в виде двух слоев полимерной пленки с внутренней смазкой для снижения трения по контакту «несущая мембрана – бетонная подготовка». В качестве несущей мембраны используются 6 слоев геосетки марки ССП 30/30-2,5. Также по периметру между бетонной подготовкой и опорным контуром устроен зазор для исключения их совместной работы.

Т а б л и ц а 1

Физико-механические свойства грунта

| Глубина взятия пробы, м | Влажность естественная W , д.е. | Число пластичности I_p , д.е. | Показатель текучести I_L , д.е. | Плотность ρ , г/см ³ | Коэффициент пористости e | Компрессионный модуль деформации E , МПа | Угол внутреннего трения φ , градус | Удельное сцепление c , МПа |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--|--|------------------------------|
| 1,00 | 0,22 | 0,15 | 0,07 | 1,97 | 0,67 | 3,80 | 22 | 0,038 |
| 2,00 | 0,17 | 0,14 | 0,08 | 1,98 | 0,60 | 5,19 | 20 | 0,017 |
| 3,00 | 0,2 | 0,1 | 0,01 | 1,95 | 0,67 | 2,79 | 19 | 0,030 |
| 4,00 | 0,23 | 0,14 | 0,36 | 1,98 | 0,68 | 4,69 | 23 | 0,019 |

Для прогноза взаимодействия фундамента с бинарной оболочкой и грунтового основания авторами разработана расчетная модель и предложено аналитическое решение с использованием гипотезы Винклера [1], представляющей линейную связь между давлением на грунт и его осадкой (модель местных деформаций) (1), и формулы Лапласа о давлении нити на выпуклую криволинейную поверхность в зависимости от ее кривизны (2):

$$p = kw ; \quad (1)$$

$$p = N\eta , \quad (2)$$

где p – давление, k – коэффициент пропорциональности (постели), w – осадка, N – усилие растяжения в нити или мембране, η – кривизна поверхности.

При этом кривизна является величиной, обратной радиусу кривизны R , второй производной от осадки w .

Расчетная схема для определения совместной работы бинарной оболочки и опорного контура представлена на рис. 2.

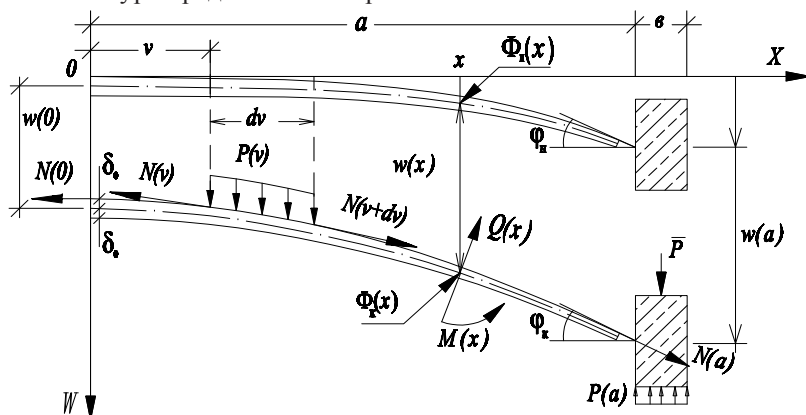


Рис. 2. Расчетная схема фундамента с бинарной оболочкой

Таким образом, дифференциальное уравнение равновесия деформированной бинарной оболочки на винклеровом основании можно записать из условия равенства давления грунта и давления бинарной оболочки на элементарном участке с учетом геометрической нелинейности:

$$\begin{aligned} & \frac{d^2}{dx^2} \left[D(x) \frac{d^2 w(x)}{dx^2} \right] - 2N(x) \left[\frac{d^2 \Phi_n(x)}{dx^2} + \frac{d^2 w(x)}{dx^2} \right] - \frac{dN(x)}{dx} \left[\frac{d\Phi_n(x)}{dx} + \frac{dw(x)}{dx} \right] + \\ & + N(a) \left[\frac{d^2 \Phi_n(x)}{dx^2} + \frac{d^2 w(x)}{dx^2} \right] + k(x)w(x) - \delta_0 \frac{d^2 N(x)}{dx^2} = 0 . \end{aligned} \quad (3)$$

На рис. 2 и в формуле (3) приняты следующие обозначения: $\Phi_n(x)$ – уравнение срединной поверхности бинарной оболочки в недеформированном состоянии; $\Phi_k(x)$ – уравнение срединной поверхности бинарной оболочки в деформированном состоянии; $D(x)$ – жесткость; $w(x) = \Phi_k(x) - \Phi_n(x)$ – прогиб оболочки; $P(v)$ – давление со стороны несущей мембраны; $N(v)$ – растягивающая сила в несущей мембране; $M(x)$ и $Q(x)$ – изгибающий момент и поперечная

сила в сечении x ; φ_n, φ_k – конечный и начальный углы между горизонталью и касательной к несущей мембране в месте сопряжения с опорным контуром; b – ширина ребер опорного контура; δ_0 – половина толщины оболочки.

Уравнение (3) имеет четыре граничных условия:

$$w'(0) = w'''(0) = 0;$$

$$P = k_\phi w(a)b + N(a)\sin\alpha + Q\cos\alpha = k_\phi w(a)b + N(a)\sin\alpha - Dw''(a)\cos\alpha;$$

$$w''(a) = 0.$$

В расчетах учтен коэффициент трения между мембраной и грунтом – $\lambda=0,1$, значение которого определено экспериментально. Также в расчетах коэффициент постели под мембраной и опорным контуром принимался исходя из средней осадки и среднего давления под фундаментом на заданной ступени нагружения.

Авторами решение уравнения (3) выполнено в численном виде в оригинальном программном продукте, созданном в среде Delphi.

Для определения степени адекватности расчета взаимодействию модели реального фундамента с грунтовым основанием был выполнен натурный полевой эксперимент.

Натурное испытание проводилось нагружением фундамента с оболочкой железобетонными блоками ФБС 24.6.6 известной массы (рис. 3). Измеряемыми величинами являлись: осадка опорного контура, осадка армированной бетонной подготовки, горизонтальные деформации опорного контура, контактные вертикальные и горизонтальные давления под опорным контуром, контактные давления под бетонной подготовкой. Для измерения вертикальных осадок и деформаций использовались поверенные прогибомеры 6 ПАО, для измерения горизонтальных перемещений – индикаторы часового типа ИЧ-10. Контактные давления измерялись при помощи тарированных мессдоз мембранного типа (рис. 1б). Регистрирующей аппаратурой для фиксации контактных давлений являлся автоматический цифровой преобразователь Field Point (National Instruments), подключенный к ПК.



Рис. 3. Испытание статической нагрузкой

Нагрузка на фундамент с бинарной оболочкой от вышележащих конструкций по аналогии с несущими стенами передавалась на продольные ребра опорного контура. При осадке ребер несущая мембрана натягивалась и вовлекала в работу через бетонную подготовку грунтовое основание.

Первая ступень нагружения соответствовала среднему давлению под подошвой фундамента с оболочкой, равному 0,012 МПа, последующие девять – по 0,021 МПа. Общая нагрузка от фундаментных блоков составила 1340 кН, что соответствовало среднему давлению 0,201 МПа под подошвой фундамента с оболочкой. Расчетное сопротивление грунта основания $R=0,203$ МПа.

Авторами была испытана также жесткая монолитная железобетонная плита. Испытание проводилось по аналогии с фундаментом с бинарной оболочкой (та же схема нагружения, размеры в плане). Средняя осадка монолитной железобетонной плиты составила 15,21 мм. Согласно расчету по методу послойного суммирования [2] с использованием штампового модуля деформации [3] средняя осадка составила 20,3 мм.

Для сопоставления экспериментальных данных был проведен теоретический расчет взаимодействия фундамента с бинарной оболочкой с грунтовым основанием. В расчетах коэффициент постели под армированной бетонной подготовкой и опорным контуром принимался из расчета средней осадки и среднего давления под фундаментом на заданной ступени нагружения.

На рис. 4 показаны экспериментальные и теоретические значения осадок поперечного сечения бинарной оболочки на последней ступени нагружения ($p_{cp}=0,201$ МПа).

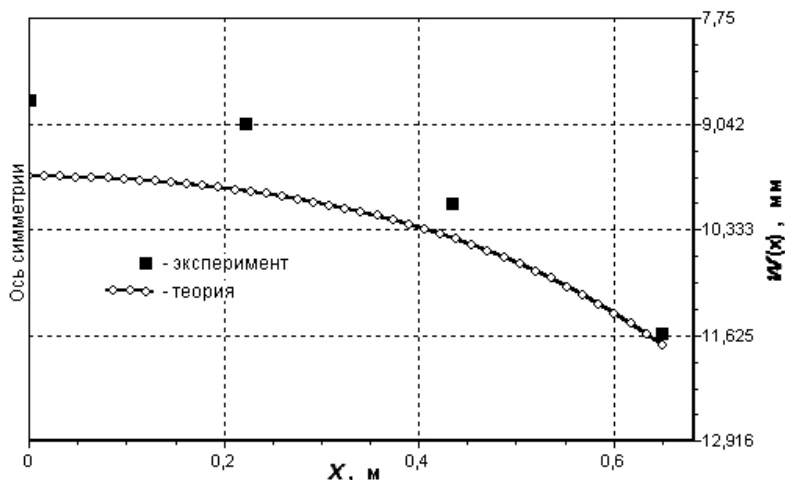


Рис. 4. Экспериментальные и теоретические значения осадок поперечного сечения бинарной оболочки

Теоретическая осадка центра бинарной оболочки составила 9,65 мм, экспериментальная – 8,60 мм; теоретическая осадка бинарной оболочки на расстоянии 40 мм от края – 11,74 мм, экспериментальная – 11,60 мм. Экспериментальная осадка опорного контура составила 21,18 мм, теоретическая – 21,41 мм. Средняя по площади экспериментальная осадка фундамента оболочки составила 14,03 мм.

Разница между теоретическими и экспериментальными значениями осадок в центре – 12,2 %, на краю бинарной оболочки – 1,2 %. Разница между теоретическими и экспериментальными значениями осадок опорного контура – 1,1 %.

Экспериментальное значение осадки монолитной железобетонной плиты меньше осадки опорного контура на 28 %. Однако средняя по площади экспериментальная осадка фундамента с бинарной оболочкой меньше осадки железобетонной монолитной плиты на 8,4 %. Этот результат подтверждает данные о том, что фундаменты с криволинейной контактной поверхностью имеют меньшие осадки по отношению к фундаментам с плоской контактной поверхностью при одинаковых внешних нагрузках [4].

На рис. 5 показаны экспериментальные и теоретические значения контактных давлений в поперечном сечении бинарной оболочки на последней ступени нагружения ($p_{cp} = 0,201$ МПа).

Теоретические значения контактных давлений под бинарной оболочкой, рассчитанные по разработанной авторами методике, достаточно близко совпадают с экспериментальными данными. Наибольшая разница в значениях соответствует центральной зоне и находится в пределах 22 %. В краевой зоне бинарной оболочки и под подошвой опорного контура разница давлений незначительна – 3 %. Значения экспериментальных и теоретических контактных давлений под опорным контуром практически одинаковы и находятся в пределах 310 – 325 кПа.

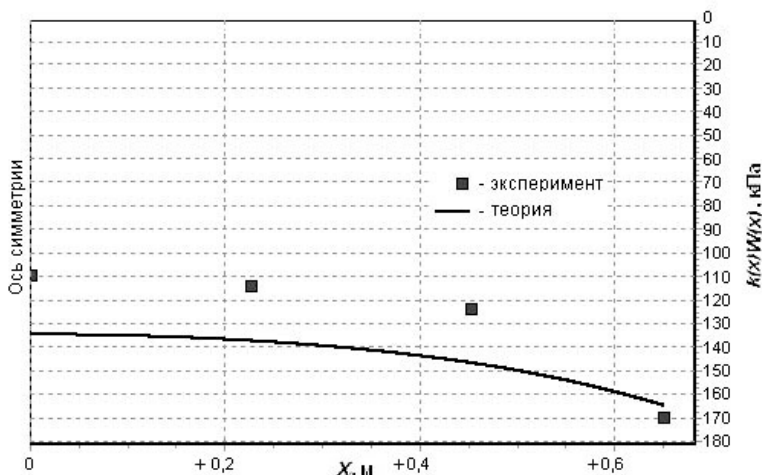


Рис. 5. Экспериментальные и теоретические значения контактных давлений в поперечном сечении бинарной оболочки

Большая разница в экспериментальных и теоретических значениях контактных давлений в центре бинарной оболочки, на наш взгляд, связана с тем, что ребра опорного контура под воздействием усилия распора сближаются. Это приводит к дополнительному выгибу бинарной оболочки и меньшему вовлечению грунта в работу в центральной зоне.

Теоретическое усилие растяжения в несущей мембране практически одинаково на всем пролете и равно 120 кН/м. Слабовыраженное возрастание усилия растяжения (до 122 кН/м) наблюдается в приопорной зоне ввиду увеличения кри-

визны бинарной оболочки на данном участке. Однако за счет незначительного коэффициента трения продольная сила в пролете меняется несущественно.

По результатам натурного эксперимента было выявлено, что с ростом внешней нагрузки больше в работу включается бинарная оболочка. Соотношение восприятия внешней нагрузки между опорным контуром и бинарной оболочкой приведено в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

**Распределение реактивного отпора между опорной
частью фундамента и бинарной оболочкой**

| $P_{ср}$, кПа | | 33,03 | 75,08 | 117,12 | 159,16 | 201,2 |
|---------------------------------------|-------------------|-------|-------|--------|--------|-------|
| Доля восприятия реактивного отпора, % | Опорный контур | 88 | 69 | 60 | 55 | 51 |
| | Бинарная оболочка | 12 | 31 | 40 | 45 | 49 |

Выводы

1. При соответствующем обосновании фундамент с бинарной оболочкой может являться альтернативной конструкцией традиционным плитным фундаментам гражданских зданий и промышленных сооружений.

2. Осадки фундамента с бинарной оболочкой на суглинках полутвердой консистенции сопоставимы с осадками сплошных жестких плит и расчетными значениями [2] с использованием штампового модуля деформации [3].

3. Разработанная авторами методика расчета фундаментов с бинарной оболочкой позволяет с достаточно высокой точностью прогнозировать их взаимодействие с грунтовым основанием под нагрузкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунов-Посадов, М. И. Расчет конструкций на упругом основании / М. И. Горбунов-Посадов, Т. А. Маликова, В. И. Соломин. – М. : Стройиздат, 1984. – 627 с.
2. СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений : строит. нормы и правила : утв. Госстроем СССР 05.12.1983 : взамен СНиП II-15-74 и СН 475-75. – М. : Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002. – 80 с.
3. Игнатова, О. И. Корректировка значений модулей деформации глинистых грунтов пластичной консистенции, определенных на компрессионных приборах / О. И. Игнатова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1968. – № 2.
4. Горбунов-Посадов, М. И. О совместной работе оснований и сооружений / М. И. Горбунов-Посадов, С. С. Давыдов // Генеральные доклады VIII Международного конгресса по механике грунтов и фундаментостроению. – М., 1975. – С. 32–83.

© Я. А. Пронозин, А. Д. Гербер, О. С. Порошин, 2010

Получено: 23.01.2010 г.



УДК 532.5:627.11

Р. ЧЕРНИ, дипл.-инж.; К. ЦИППЕЛЬТ, д-р наук, П. ОБЕРЛЕ, д-р наук, Р. КРОМЕР, проф., д-р наук; Ф. НЕСТМАНН, проф., д-р наук

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ МЕСТНОСТИ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДОТОКОВ

Институт технологии (Университет Карлсруэ)

Германия, 76131, г. Карлсруэ, Кайзерштрассе, д. 12. Тел.: (49) 721-608-31-62;

факс: (49) 721- 60-60-46; эл. почта: rolf.krohmer@iwg.uka.de

Ключевые слова: наземное лазерное сканирование, цифровая модель, гидравлика водотоков, новая методология.

Key words: terrestrial laser scanning, digital model, stream hydraulics, new methodology.

В статье анализируется возможность применения наземного лазерного сканирования водотоков для создания цифровой модели местности, которая в дальнейшем необходима при численном моделировании гидравлики водотоков. Приводятся некоторые особенности обработки полученных данных, преимущества и недостатки использования данной съемки. Проведенные сканерные съемки на реке Визе в Германии подтвердили эффективность предлагаемой методики.

The article discusses the possibility of using terrestrial stream laser scanning to create a digital terrain model, which is required for numerical simulation of stream hydraulics. Some features of data processing, the advantages and disadvantages of using this survey are described. The laser scanning that took place on the river Wiese in Germany have confirmed the efficiency of the proposed new methodology.

Постановка задач

В инженерной практике для моделирования гидравлики потока в последнее время широко используются численные методы (ЧМ). При сложных течениях потока численные модели позволяют определять такие характеристики, как уровни воды, векторы скоростей потока, касательные напряжения на дне водотока и другие, которые необходимы для анализа русловых процессов. В качестве основы для двух- или трехмерного численного гидравлического моделирования используются цифровые модели местности (ЦММ), топография которой представляется в виде сетки. Необходимая точность высотных отметок и разрешение ЦММ зависят от пространственных характеристик водотока и постановки задач. Как правило, при исследовании участков водотоков используют ЦММ с метровым разрешением, полученные на основе аэросканерной съемки. Недостаток такой съемки – топография получается только для пойменной части реки. Поэтому приходится дополнительно проводить другие виды съемки – тахеометрические или на основе GPS, чтобы определить геометрию дна русла или инженерных сооружений вдоль реки.

В настоящее время нашим университетом выполняется российско-германский проект «Интегрированное управление водными ресурсами на водосборах Волги и Рейна». Одна из целей проекта – исследование водотоков с применением высокоточного моделирования для установления качественных показателей водотоков урбанизированных территорий [1]. Для численного моделирования гидравлики на небольших участках водотоков необходимо более точное знание геометрии не только пойменной части реки, но и самого

русла и его дна. С помощью классической тахеометрической съемки или аэрофотосъемки достичь этого, как правило, не удастся. В связи с этим нашим институтом совместно с институтом геодезии, а также земельным ведомством по геоинформации была изучена возможность использования для этих целей наземного лазерного сканирования (НЛС). При этом необходимо было выяснить возможность использования наземного лазерного сканирования при затоплении русловых сооружений и структур, а также зарастании пойм рек различной растительностью. Исследования включали: сканирование, обработку данных съемок и их использование для создания ЦММ и расчетной сетки модели.

Получение данных наземным лазерным сканированием

Сканирование любого объекта осуществляется лазерным лучом, излучаемым лазерным сканером и отражаемым этим объектом. Измерением направления луча и расстояния до объекта могут быть зафиксированы трехмерные координаты этого объекта. При этом точность измерений находится в миллиметровом диапазоне, а диапазон плотности замеров может варьироваться от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Расстояния до объекта могут измеряться импульсным или фазовым методом. В импульсном сканере для определения расстояния до объекта измеряется время достижения лучом снимаемого объекта. В этом случае точная съемка может осуществляться на расстоянии до 700 м. В фазовых сканерах расстояния измеряются на основе фазовых смещений волн излучаемого и отражающегося от объекта луча. Так как фазовые измерения расстояний происходят гораздо быстрее, чем импульсные, то фазовые сканеры обеспечивают скорость съемки до 500 тыс. точек в секунду. Импульсные сканеры достигают скорости съемки только до 50 тыс. точек в секунду.

Наземное лазерное сканирование применяют в настоящее время в основном для съемки инженерных сооружений и технических установок. Возможно использование НЛС для съемки территорий, например, в лесном хозяйстве [2] или при наблюдениях за оползанием откосов [3]. В связи с ограниченностью расстояния и необходимостью обработки большого количества данных НЛС применялось только для съемки небольших объектов. Использование данной методики для съемки геометрии русловых объектов пока ограничено. Связано это с тем, что, как и при аэросъемке, приходится всю подводную часть геометрии русла водотока дополнительно снимать с помощью геодезической съемки.

Для проверки возможности НЛС был выбран 200-метровый участок реки Визе недалеко от г. Леррах на юге Германии (рис. 1 цв. вклейки). По проекту Wiesionen [4] на данном участке реки в 2007 г. проводились работы по его природоприближенному восстановлению. В ходе этих работ одноступенчатый перепад был заменен на серию природоприближенных донных порогов, чтобы обеспечить рыбе беспрепятственный проход по реке. Для образования русловых форм здесь дополнительно были устроены затапливаемые полузапруды, донные пороги и русловые вкрапления (единцы) из камней. Кроме того, вдоль русла реки были предусмотрены рекреационные зоны.

Для проведения съемок на участке реки использовался типовой фазовый сканер Leica HDS6000 с дальностью съемки до 80 м. Чтобы охватить как можно больше топографии дна реки, съемка производилась в период межени. Кроме этого, в период съемок расход воды в реке выше по течению регулировался при помощи затворов расположенной здесь ГЭС. Особое внимание при съемке уделялось наиболее полному охвату объектов, затруднявших свободное



течение воды. Для их реалистичного отображения, то есть без образования так называемых теней, съемка производилась с разных мест расположения (станций) сканера. Для этого при съемке донных порогов расстояние между станциями принималось минимальным. В конечном итоге указанный участок реки Визе был снят в течение трех дней с 17 станций. Для подводной части русла реки использовалась тахеометрическая съемка.

С помощью специальной программы результаты съемки можно видеть онлайн на мониторе сканера. При незначительном удалении сканера и высоком его разрешении на снимках видны даже отдельные стебли растений. На рис. 2 цв. вклейки показано для сравнения фото затопливаемого донного порога и его изображение по данным лазерной съемки. Сканерная съемка дает изображения в виде точечных отображений с очень высоким разрешением (рис. 3 цв. вклейки). От водной поверхности лучи лазера отражаются слабо или вообще не отражаются. Вопреки нашим ожиданиям, структуры и объекты, находящиеся на мелководье под водой, также зафиксированы на лазерных снимках. Следует, однако, отметить, что интерпретация результатов таких съемок иногда затруднительна.

Обработка результатов наземной лазерной съемки

Целью обработки полученного «облака точек» является создание цифровой модели поверхности, содержащей важные геометрические формы, которые влияют на гидравлику потока. При этом необходимо определить и удалить те точки, которые возникли из-за многократных отражений лазерного луча, а также элементы растительности, которые не определяют геометрию русла реки. Для этого нами были разработаны специальные модули к программе по отфильтровыванию названных точек. Регистрация «облака точек» осуществлялась с помощью программы Cyclone [5], ошибка при этом составляла ± 4 мм. Программа Cyclone позволяет также выявлять и отсортировать ошибочные точки лазерной съемки. Представляя результаты измерений в трехмерном виде на мониторе сканера, удастся быстрее и эффективнее находить ошибки съемки и устранять их из данных первичных измерений. К таким ошибочным «облакам точек» относятся, например, расположенные за рекой рекламные щиты, деревья, проезжающие мимо автомобили – все, что не является исследуемым объектом.

Кроме этого, в близких к станциям съемки областях плотность точек с миллиметровыми расстояниями была разрежена до сантиметровых расстояний. Поэтому в общей сложности для съемок русла реки с площадью около 5000 м² общее количество точек отображений удалось снизить с 13,5 до 2,3 млн путем их удаления по вышеописанным критериям.

Следующим важным шагом при обработке полученных данных было разделение «облака точек», принадлежащих поверхности земли и прибрежной растительности. Для реализации этого шага использовался метод иерархической фильтрации, разработанный совместно с ведомством по геоинформации и включенный в программу SCOP++ [6]. Эта методика уже в течение ряда лет успешно используется при обработке результатов аэрофотосъемки.

Методом последовательного приближения (итерации) и с помощью линейной прогностики создается условная плоскость, проходящая через «облако точек», которая делит все данные на точки, лежащие над ней и под ней. В зависимости от вертикального расстояния r_i от каждой точки до этой условной плоскости для каждой точки определяется средневзвешенное расстояние. Для заранее определенных предельных значений r_i соответствующие им значения

средневзвешенных расстояний приравняются к нулю, что фактически означает их удаление из множества. В оставшемся «облаке точек» с учетом их средневзвешенных расстояний вновь определяется плоскость поверхности. В этом случае вместо удаления проводится группировки точек на точки: поверхности земли; низкой растительности; средней растительности и высокой растительности. Поскольку при наземной лазерной съемке по сравнению с аэрофотосъемкой масштабы объектов значительно меньше, пришлось специально адаптировать заданную функцию средневзвешенных значений расстояний.

Однако применение вышеописанного метода отфильтровывания данных лазерного сканирования оказалось более сложным, чем при аэрофотосъемке. Основная причина – экспозиция объектов при лазерном сканировании. Так как при аэрофотосъемке местность снимается с самолета, то сигналы от деревьев, крыш домов и других объектов на поверхности земли отражаются перпендикулярно к местности. Поэтому «облако точек» при аэрофотосъемке содержит точки, лежащие на различных по высоте плоскостях, для которых легче проводить группировку точек на точки поверхности земли, растительности, точки крыш и т. д. В отличие от этого, при наземном лазерном сканировании съемка производится по горизонтальным или наклонным направлениям. Съемкой охватываются не только фронтальные поверхности объектов, но и их боковые поверхности, поэтому точки съемки лежат не в четко ограниченных высотных плоскостях, а непрерывно распределены по высотному спектру. Это усложняет их группировку на точки поверхности земли, поверхностной растительности и точки структур русла.

С помощью адаптированной фильтрации все «облако точек» при лазерном сканировании было разделено на точки земли и точки низкой, средней и высокой растительности. Для участков русла с довольно плотной растительностью этот метод себя оправдал. На рис. 4 цв. вклейки показан пример группировки, для растительности различных видов и размеров. Поверхности территории моделировалась исключительно на основе точек земли. Точки растительности являются при этом основополагающими характеристиками для определения величин шероховатости, необходимых для моделирования гидравлики потока в русле.

Определенные трудности возникли при отфильтровывании точек, полученных при сканировании областей с нагромождениями камней. Ввиду того что при отфильтровывании играет роль не форма или разброс «облака точек», а только расстояние до условной плоскости, было трудно, например, отличать друг от друга низкую растительность и камни. Поэтому, чтобы снизить риск ошибок, «облако точек» было разделено сначала по принципу их принадлежности к соответствующим по свойствам поверхностям. После этого отфильтровывание производилось для каждой полученной серии точек в отдельности.

Кроме того, трудности по отфильтровыванию были и в областях с резкими изменениями высотных отметок, что, между прочим, характерно и для аэрофотосъемки. К примеру, при применении НЛС грани заснятых бетонных плит на правом берегу реки выглядели скругленными. Поэтому при необходимости более или менее точного моделирования характеристик потока вблизи граней сооружений нужно отказаться от отфильтровывания точек по вышеприведенной методике. Вместо этого следует уменьшить общее количество точек в «облаке». При моделировании гидравлики у заросших частей гидротехнических сооружений целесообразно удалить «облако точек» от растительности вручную, предварительно выяснив конструкцию сооружения.



Использование полученных данных для моделирования.

Суммируя все точки съемки, которые представляют поверхность территории и ее структуру, а также привлекая данные тахеометрической съемки подводной части русла, получают неравномерно распределенные в «облаке» опорные точки всех значений съемки. Затем проводится их интерполяция и создается сеть триангуляции *TIN*. Для дальнейшего использования интерполированной поверхности в качестве расчетной сетки двумерного моделирования *TIN* преобразовывается в решетку (*Grid*) с шагом в 5 см.

При сведении всех исходных данных следует обратить особое внимание на их совмещение в области стыковки точек тахеометрической съемки (подводная часть русла) с результатами лазерного сканирования. Чтобы при интерполировании тахеометрических и сканерных точек на их стыке не образовывались нереальные площадки, необходимо проводить более детальную оцифровку. Для этого разработан специальный модуль программы, позволяющий автоматизировать эту процедуру.

Триангуляция области, на основе которой проводятся численные расчеты, генерируется с помощью специального генератора сетей Triangle [7]. Наша область исследований (около 5000 м²) была, таким образом, заполнена 172 тыс. ячеек. Размер каждой расчетной ячейки – от 50 до 2500 см². На рис. 5 цв. вклейки показаны основные шаги по построению такой расчетной сетки.

Проведенные с помощью пакета прикладных программ FLUMEN [8] расчеты векторов скоростей потока показали хорошее совпадение с данными натурных замеров. Результаты фрагмента расчета, проведенного для течения воды через часть затопленной полузапруды, показаны на рис. 6 цв. вклейки.

Оценка метода и его перспективы

Надземное лазерное сканирование позволяет осуществлять весьма точную съемку местности, с помощью которой затем создаются цифровые модели территории и проводится численное гидравлическое моделирование водотоков. На участках ренатурированных рек с их сложной геометрией и комплексными гидравлическими условиями потока эта методика дает возможность получить необходимую детальную информацию. С помощью этой информации подробно исследуются гидравлические условия протекания потока и оценивается экологическое состояние реки. Помимо этого НЛС является эффективным средством для мониторинга водотоков и прогноза их гидроморфологических параметров.

Поскольку НЛС может применяться только для надводной съемки водотока, время съемок выбирается при минимальных расходах воды в реке. Слишком густая растительность вдоль берегов вынуждает чаще менять станции для проведения сканерных съемок. В связи с тем что обработка данных в настоящее время требует в некоторых случаях еще и «ручной доработки», наземное лазерное сканирование рекомендуется применять для моделирования небольших участков водотоков. «Ручная доработка», как мы видели выше, касается в основном густо заросших участков русел.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Miethaner, S. Ein neuer Bewertungsansatz für urbane Fließgewässer / S. Miethaner, F. König, B. Lehmann // Wasserwirtschaft. – 2008. – № 5.
2. DVW, e.V. : Terrestrisches Laserscanning (TLS 2008) Beiträge zum 79. DVW-Seminar am 6. und 7. November 2008 in Fulda. Wißner-Verlag. Augsburg.

3. DVW, e.V. : Terrestrisches Laserscanning (TLS 2007) - Ein Messverfahren erobert den Raum. Beiträge zum 74. DVW-Seminar am 5. und 6. Dezember 2007 in Fulda. Wißner-Verlag. Augsburg.
4. S. Lörrach et. al. Internetauftritt des Projekts Wiesionen [Электронный ресурс] / S. Lörrach et. al ; Zugriff am 17.12.08. – Режим доступа : www.wiesionen.de.
5. Leica Geosystems : Cyclone 5.8.1 Manual. - Heerbrugg, Schweiz, 2007.
6. Inpho GmbH, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien. - Stuttgart / Wien : SCOP++ Manual, 2007.
7. Shewchuk, J. R. Internetauftritt der University of California at Berkeley, Computer Science Division, zum Programm Triangle [Электронный ресурс] / J. R. Shewchuk ; Zugriff am 17.12.08. – Режим доступа : www.cs.cmu.edu/~quake/triangle.html.
8. Beffa, C. 2D-Strömungssimulation mit FLUMEN [Электронный ресурс] Schwyz, Schweiz / C. Beffa ; Zugriff am 30.01.09. – Режим доступа : www.fluvial.ch/index.html.

© Р. Черни, К. Циппельт, П. Оберле, Р. Кромер, Ф. Нестманн, 2010
Получено: 03.04.2010 г.

УДК 627.8

И. С. СОБОЛЬ, канд. техн. наук, доц. кафедры гидротехнических сооружений;
В. М. КРАСИЛЬНИКОВ, аспирант, асс. кафедры гидротехнических сооружений;
Д. Н. ХОХЛОВ аспирант, асс. кафедры гидротехнических сооружений

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СЪЕМКИ ПОДВОДНОГО РЕЛЬЕФА ВОДОХРАНИЛИЩ

ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел. (8312) 430-42-89;
эл. почта: gs@nngasu.ru.

Ключевые слова: промеры глубин, морфометрия водохранилища, батиметрические характеристики.

Key words: measurement of depth, morphometry of water storage, bathymetric features.

В статье рассмотрены современные методы инструментальной съемки подводного рельефа водохранилищ с учетом их морфометрических особенностей.

The article describes the current technique of instrumental survey of the bathymetry appropriate their morphometric features.

Данные о состоянии подводного рельефа дна водохранилища необходимы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов, расположенных на нем. Исходными для выполнения гидродинамического моделирования водоема, определения зон затопления прибрежных территорий, оценки переформирования ложа и других исследований являются данные батиметрии. Опыт эксплуатации свидетельствует о том, что рельеф дна водохранилищ непостоянен, его изменение происходит вследствие заиления, занесения, тепловой осадки (в криолитозоне), переформирования берегов, поэтому своевременное обновление батиметрической информации является актуальной задачей.

Применение тех или иных видов съемки дна водохранилища часто зависит от размеров водного объекта. Так, на малых и средних водохранилищах значительные площади занимают мелководья [1], в связи с чем использование

водоизмещающих плавательных средств не всегда оправдано. Целесообразнее применение промеров с использованием мелкосидящей лодки или промеров со льда. Для выполнения промерных работ на крупных водохранилищах в современной мировой практике используются лазерные технологии с применением летательных аппаратов [2], а также акустическое эхолотирование с плавательных средств совместно с позиционированием при помощи глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS). Первый метод дорогой, требует использования летательных аппаратов и сканирующего лазерного оборудования, второй метод активно применяется в мировой практике.

Методики съемки подводного рельефа малых и средних водохранилищ. Согласно [3], к малым относятся водохранилища, имеющие площадь водной поверхности, не превышающую 10 км². Существенную часть их акватории занимают мелководья с глубиной менее метра, поросшие водной растительностью. В таких условиях экономически не оправдано и не всегда возможно из-за недостатка глубины использование для промеров маломерных судов под мотором, акустические эхолоты дают искаженные величины глубины, а применение GNSS для позиционирования не дает необходимой относительной точности.

Малые водохранилища (пруды) удобно исследовать при помощи мелкосидящей лодки. Перед выполнением промеров на топографическом плане с показанным водоемом намечаются створы поперек водоема с шагом 50 – 100 м. Для выноса створов на объект по берегу ведется непрерывный теодолитный ход. С мест стоянок теодолита определяются положение и отметки крайних точек намеченных створов – урезов воды на противоположных берегах. Створ фиксируется мерным шнуром на поплавках, закрепленных через определенное расстояние. В каждом створе с лодки измеряется глубина воды у поплавков. Глубина определяется ручным эхолотом и при необходимости контролируется мерным шестом. Мерный шест позволяет измерять глубину до 8 м одновременно с мощностью донных отложений до 1,2 м (рис. 1). При необходимости можно осуществлять отбор донных образцов специальным грунтозаборником. Мерный шест и грунтозаборник (рис. 2) являются инновационной разработкой ННГАСУ [4].

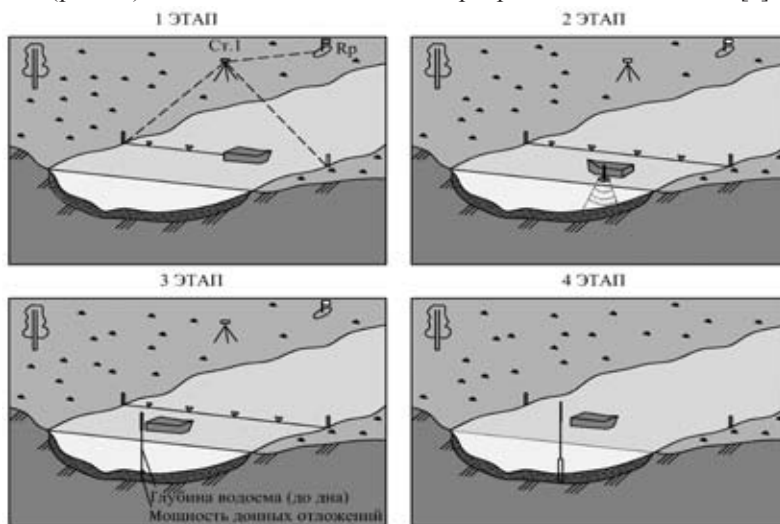
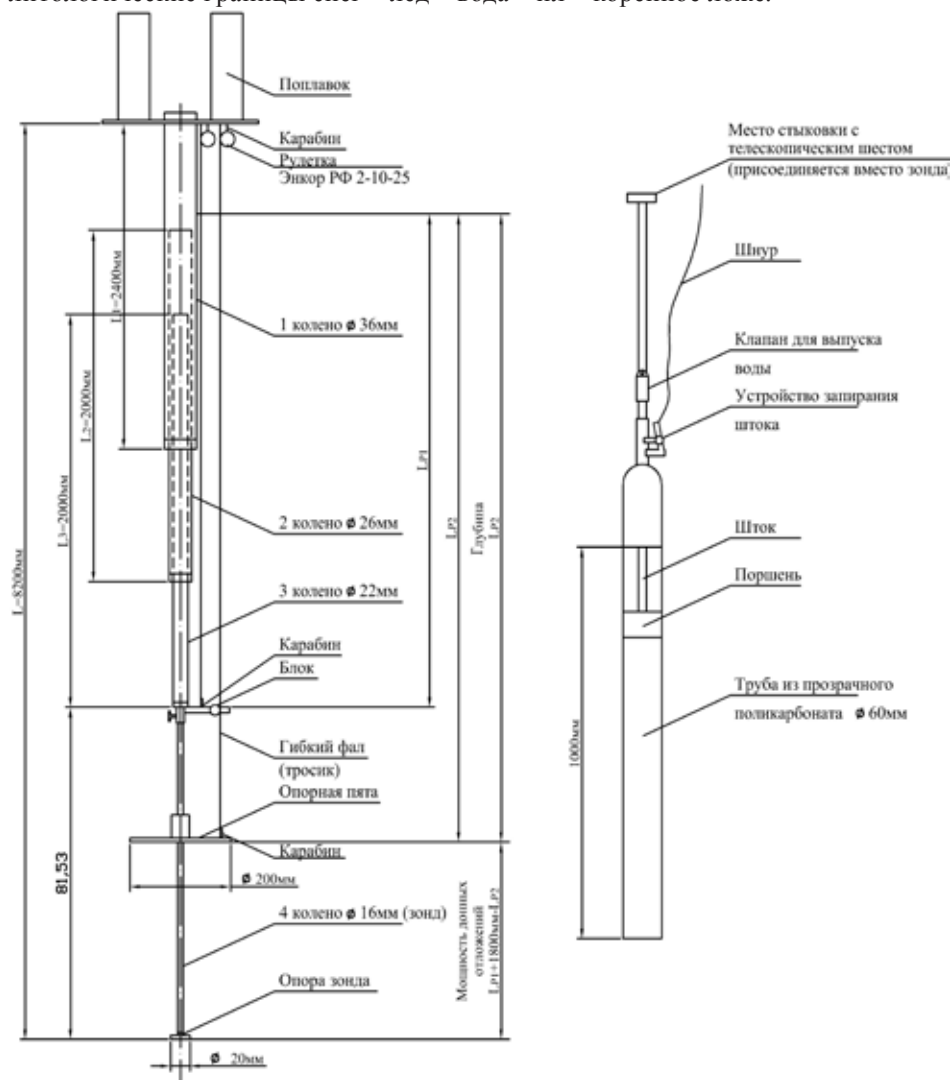


Рис. 1. Схема проведения промеров глубин и мощности донных отложений малых водохранилищ (прудов)

С помощью данного метода кафедрой гидротехнических сооружений ННГАСУ были обследованы пруды в городах Н. Новгород, Саров, в поселках Спасское, Дивеево, деревнях Подвалиха и Актуково Нижегородской области и др.

На малых и средних водохранилищах имеется возможность выполнять съемку глубин в зимний период со льда. Для выполнения промеров по площади водохранилища намечаются створы, расположенные на расстоянии 1 км один от другого на средних водохранилищах и 100 – 200 м на малых. Для измерения глубины выполняется бурение скважин во льду с помощью бура. Глубина водоема определяется от уровня воды в скважине рулеткой с цилиндрическим наконечником либо эхолотом. Параллельно с бурением скважин возможно по тем же створам проводить георадарную съемку дна, позволяющую фиксировать литологические границы снег – лед – вода – ил – коренное ложе.





Разбивка створов и пунктов бурения скважин проводится с помощью GPS-приемника вместе с промером мерными лентами и вешением по предварительно намеченным на топографическом плане местам.

Данная методика была апробирована кафедрой ГС ННГАСУ на Устимском водохранилище в г. Кулебаки и Центральной геолого-геофизической экспедицией ФГУГП «Волгагеология» на Воткинском, Ижевском и Пензенском водохранилищах.

Методики съемки подводного рельефа крупных водохранилищ. При ведении батиметрической съемки средних и крупных водохранилищ наиболее оправданным является использование промерных комплексов, установленных на маломерных судах. Промерный комплекс, как правило, включает в себя: устройство глобального позиционирования на местности, акустический эхолот, портативный компьютер и источник электрического питания – аккумуляторную батарею или мобильный генератор.

В последнее время для съемки рельефа дна широкое распространение получила многофункциональная аппаратура [5]. Ее особенность в том, что три элемента промерного комплекса – компьютер, эхолот и GNSS GPS-приемник – являются одним устройством, отличающимся невысокой ценой, допустимой точностью измерений, малым энергопотреблением и водонепроницаемостью головного модуля. Данное устройство может вести непрерывную съемку в течение длительного времени (длительность зависит от объема съемной карты памяти), при этом используются распространенные форматы итогового файла данных.

В зависимости от формы водного объекта применяются различные схемы ведения промеров (рис. 1 цв. вклейки). По своему характеру промеры разделяют на систематические, выполняемые путем планомерного покрытия площади исследуемого района системой промерных галсов с надлежащей подробностью, и маршрутные, выполняемые галсами при следовании по определенному маршруту. В свою очередь, галсы бывают прямые – П-образные, нормальные к берегам, и косые – V-образные, расположенные под углами к берегам.

Подготовительным действием к экспедиционной съемке является разбивка акватории на условные участки с различными схемами ведения промеров. При этом учитываются планируемое количество судов, длина и ширина акватории, наличие населенных пунктов для ночевки и стоянок, подъездные пути для заправки судов топливом. Далее следует экспедиция, которая может проходить в несколько этапов (при большой акватории). Конечным действием является камеральная обработка экспедиционных материалов.

Оборудование монтируется на судне, величина которого определяется размерами акватории. При промерах озерных частей водохранилищ целесообразно применять маломерное судно с металлическим корпусом ввиду его устойчивости к волнению (рис. 2 цв. вклейки). При съемке речной части водохранилищ практичнее применять резиновую лодку с жестким дном, приводимую в движение подвесным мотором мощностью 15-25 л. с. Такое судно более маневренно на ограниченной площади, имеет меньшую осадку для беспрепятственного движения по мелководьям, а также более высокую крейсерскую скорость движения при промерах (рис. 3 цв. вклейки).

Промеры глубин Горьковского водохранилища. Летом 2009 г. Государственным океанографическим институтом (г. Москва) совместно с ННГАСУ проведена экспедиция, целью которой была батиметрическая съемка Горьковского водо-

хранилища и уточнение его морфометрических характеристик. Протяженность исследуемого участка водохранилища составляла 350 км.

Экспедиция проходила в 3 этапа. Первым этапом был охвачен речной участок Горьковского водохранилища, от г. Ярославля до г. Юрьевца. Во время второго этапа исследовалась озерная часть водохранилища. Третий этап экспедиции был направлен на съемку левого притока Волги – реки Унжи и Костромского разлива.

Промеры глубин проводились систематическим способом, выполняемым П-образными галсами, равномерно покрывающими всю акваторию водохранилища. Измерения выполнялись с маломерных судов методом гидролокации.

При проведении промерных работ акватория Горьковского водохранилища была условно поделена на четыре типа промерных участков:

- участок речной части водохранилища, включая р. Унжу, с шириной русла от 70 до 2000 м;
- участок озерной части водохранилища, шириной от 2 до 15 км;
- участок промеров по рекам-притокам (р. Которосль, р. Немда, р. Солоница и др.);
- участок Костромского разлива.

Промеры по каждому из этих участков проводились по определенным схемам, представленным на рис. 3 цв. вкл. Измерения выполнялись двумя судами, работавшими параллельно. При промерах озерной части помимо исследовательских судов использовалось судно сопровождения «Ярославец» для базирования и ночевки.

При съемке речной части водохранилища применялись прямые П-образные галсы, шириной 500 м. Каждое из двух промерных судов перемещалось вдоль одного берега, выполняя галсы от геометрической середины реки до своего берега (рис. 1,а цв. вклейки). При впадении в р. Волгу притоков, судно выполняло продольное измерение глубин по середине притока до места подпора водохранилищем, или до места непроходимых глубин – 0,8 м. Возвращение в р. Волгу происходило косыми галсами (120° – 140° к оси реки), равномерно покрывающими приток, (рис. 1,в цв. вклейки).

Промеры озерной части водохранилища проводились прямыми галсами, шириной 2 км, при этом оба судна двигались от геометрической середины водохранилища до каждого из берегов. Маршрут судов был смещен друг относительно друга на 1 км вдоль реки (рис. 1,б цв. вклейки).

При промерах глубин Костромского разлива использовалась смешанная схема из-за сложной конфигурации береговой линии и большого количества заболоченных мест с непроходимыми глубинами. Каждое промерное судно действовало независимо друг от друга и проводило измерения на заранее закрепленной за ним части акватории, равномерно покрывая всю площадь (рис. 1,г цв. вклейки).

Средняя скорость судна на глубокой воде при выполнении промеров составляла 15 км/ч. При заходах в реки-притоки, а также на территории Костромского разлива промеры осложнялись наличием «топляка» и водной растительности, при этом скорость выполнения промеров снижалась до 5 км/ч.

Гидролокация и позиционирование на местности производилось посредством промерного комплекса ННГАСУ, размещенного на маломерном судне РГР 13–61 (рис. 3 цв. вклейки). Судно представляет собой надувную лодку из ПВХ с жестким днищем, приводимую в движение подвесным мотором мощностью



20 л. с. Минимальная глубина беспрепятственного прохождения для судна составляет 0,6–0,8 м.

В состав промерного комплекса входят следующие элементы:

- однолучевой эхолот Reason NaviSound 110, обеспечивающий измерение глубин;
- GNSS, приемник TopCon GB 1000 с внешней антенной, проводящий координатную привязку измерений;
- портативный компьютер Rover Book Voyager W514, обеспечивающий запись измерений глубины и координат в электронном виде;
- бензиновый генератор, мощностью 1000 Вт, обеспечивающий питанием электрические приборы промерного комплекса.

Во время ведения промеров, на дисплее компьютера отображается необходимая информация о глубине и местоположении судна на маршрутной карте. Рулевой судна, по мере передвижения, систематически сверяется с картой, и корректирует курс по маршруту. При этом в автоматическом режиме ведется запись глубин и координат в файл.

Основой промерного комплекса ГОИН служит многофункциональный эхолот-навигатор Lowrance-LCX, питаемый автомобильным аккумулятором. Это устройство выполняет функции позиционирования на местности, эхолотирования, а также используется как навигатор при хождении судна по маршруту.

По возвращению на место базирования ведется обработка результатов. После предварительной статистической и смысловой выбраковки малодостоверных данных специально созданной программой генерируется файл, содержащий массив координат и величин глубин на каждой точке измерения. Данный файл является исходным материалом для построения карт рельефа дна и поддерживается большинством геоинформационных систем (ГИС).

Обработка результатов промеров. По окончании экспедиции выявляются сведения об уровнях воды на гидрологических постах, расположенных на участках промеров глубин, на дату проведения работ и сведения о попусках Рыбинской ГЭС в результате суточного регулирования. После этого ведется построение карт рельефа дна [6].

Тенденциями последнего времени является широкое применение ГИС при обработке картографической информации.

При обработке экспедиционных материалов использовались настольные ГИС ArcGis и ArcView. Помимо экспедиционных материалов в качестве топографической основы использовались карты масштабов 1:25000 и 1:50000. Урезы воды на сложных участках идентифицировались при помощи данных дистанционного зондирования земли.

В итоге, после поэтапной обработки материалов, создавался растр высот, фрагменты которого представлены на рис. 4 цв. вкл. На основе данного растра проведено уточнение морфометрических характеристик водохранилища (рис. 5 цв. вклейки).

Представленные в статье научные результаты получены в рамках выполнения НИР «Исследование процессов взаимодействия речных гидроузлов и водохранилищ с основаниями и берегами в сложных природных условиях» по тематическому плану фундаментальных НИР АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» на 2009 – 2010 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Широков, В. М. Формирование малых водохранилищ гидроэлектростанций / В. М. Широков, П. С. Лопух. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.
2. Международная гидрографическая организация. IHO standards for hydrographic surveys // Special publication Fourth end. – Monaco, 1998. – № 44.
3. ГОСТ 17.1.02-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения [Электронный ресурс]. – Введ. 01.07.78. – Режим доступа : Norma CS.
4. Инновационные разработки ННГАСУ / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т ; сост. Д. В. Монич ; оформ. И. К. Красавина, Н. А. Слепова. – Н. Новгород, – 2008. – Вып. 2. – 16 с.
5. GPS-навигаторы портативные [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.lowrance.ru.
6. Данные материалов учебного семинара // Использование специализированной ГИС «Морфометрия водохранилища» / Гос. океанограф. ин-т. – М., 2010.

© И. С. Соболев, В. М. Красильников, Д. Н. Хохлов, 2010

Получено: 17.04.2010 г.

УДК 627.8 (470.341-25)

С. В. СОБОЛЬ¹, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических сооружений, проректор по научной работе; Л. Б. ИКОННИКОВ², канд. геогр. наук, ведущий научн. сотр.; И. С. СОБОЛЬ¹, канд. техн. наук, доц. кафедры гидротехнических сооружений; Д. Н. ХОХЛОВ¹, аспирант, асс. кафедры гидротехнических сооружений

ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ДОЛГОСРОЧНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПЕРЕФОРМИРОВАНИЕМ АБРАЗИОННЫХ БЕРЕГОВ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

¹ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-42-89;
факс: (831) 430-42-89; эл. почта: gs@nngasu.ru

²ОАО «Противокарстовая и береговая защита»
Россия, 606023, г. Дзержинск, Нижегородская обл., ул. Маяковского, д. 33.
Тел.: (8313) 26-13-31; факс: (8313) 26-13-31; эл. почта: karst@kis.ru

Ключевые слова: водохранилище, берега, абразия, наблюдения.

Key words: water reservoirs, banks of reservoirs, abrasion of banks, monitoring.

В статье представлены результаты работы по возобновлению долгосрочных инструментальных наблюдений за переформированием абразионных берегов Горьковского водохранилища, а также материалы, характеризующие состояние абразионных берегов в настоящее время.

The article presents the results of work on the resumption of long-term instrumental observations of reformation abrasion banks of Gorky water reservoirs, as well as materials that characterize the state of abrasion banks in at present.

Прогнозирование развития абразионных берегов водохранилищ является важной народнохозяйственной задачей. Ее решение позволяет сократить ущерб и не допустить возникновения чрезвычайных ситуаций [1]. Выполнение прогнозов с требуемой степенью точности возможно только с помощью методик, апробированных на фактологическом материале, описывающем количественно и качественно результаты абразионного процесса на водохранилище, а также воздействия, приводящие к разрушению берега.

Сбор и анализ таких данных на Горьковском водохранилище начался с момента его заполнения в 1957 г. Наблюдения за берегами велись предприятием «Противокаровая и береговая защита» производственного и научно-исследовательского института по инженерным изысканиям в строительстве Госстроя СССР (ПНИИИС) в озерной части водохранилища по групповым и одиночным створам [2]. В 1985 г. наблюдения за состоянием абразионных берегов Горьковского водохранилища были прекращены.

В 2008 г. кафедрой гидротехнических сооружений ННГАСУ при содействии ОАО «Противокаровая и береговая защита» работы были возобновлены.

Основными целями наблюдений являются: районирование современной береговой зоны озерной части Горьковского водохранилища по типу берегов и определение распространенности абразионного процесса; количественное и качественное описание абразионного процесса и выявление причин и закономерностей, влияющих на его развитие и интенсивность протекания; разработка автоматизированных средств прогнозирования переработки абразионных берегов водохранилища; разработка рекомендаций по защите берегов Горьковского водохранилища и сокращению ущерба от абразионного процесса.

В ходе работы к началу 2010 г. были выполнены: рекогносцировка и восстановление закрепленных на абразионных берегах створов; обработка и систематизация имеющихся данных о состоянии берегов; инструментальные измерения профилей берега; прогнозирование развития абразионного процесса на берегах водохранилища.

Рекогносцировка объекта исследования. Осенью 2008 года была предпринята экспедиция на берега озерной части Горьковского водохранилища для осмотра участков наблюдения. За предшествующий период часть участков с групповыми и одиночными створами оказалась утраченной из-за интенсивного освоения прибрежной территории, часть сохранилась в той или иной степени, большое количество реперов оказалось уничтоженным. В ходе рекогносцировки были отобраны сохранившиеся створы для продолжения наблюдений. Объектом исследований стали четыре участка (рис. 1).

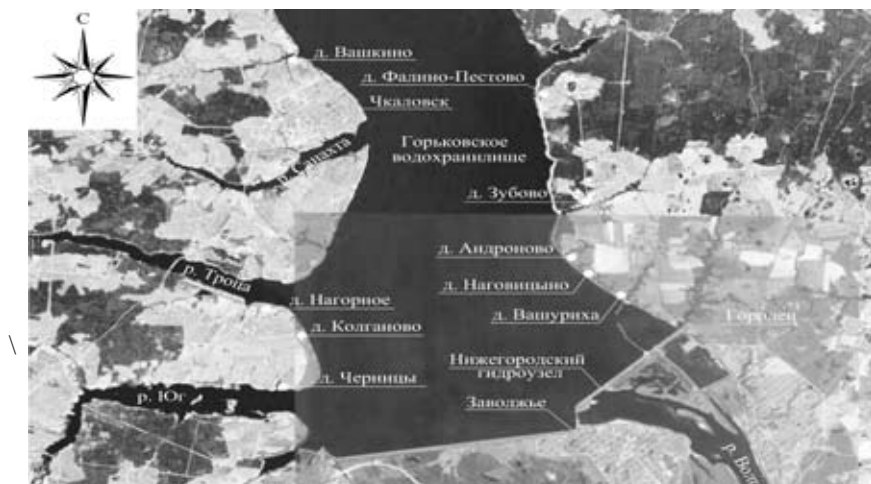


Рис. 1. Схема расположения участков наблюдения за переформированием абразионных берегов в озерной части Горьковского водохранилища

Первый участок находится на левом берегу водохранилища между д. Андроново и Zubовским заливом. Берегом является уступ второй надпойменной террасы р. Волги, сложенной мелкими и среднезернистыми песками, средняя высота берегового обрыва над НПУ водохранилища около 6 м. На данном участке наблюдения выполняются на 3-х створах: № 15, 17, 19 (рис. 2).

Второй участок расположен на левом берегу между д. Андроново и д. Вашуриха. В геолого-геоморфологическом отношении участок отличается от предыдущего лишь большей высотой над НПУ береговых обрывов, достигающей 15 м. На участке наблюдения ведутся по 6 створам: № 3, 4, 6, 7 ГМО и № 32, 33А (рис. 3).

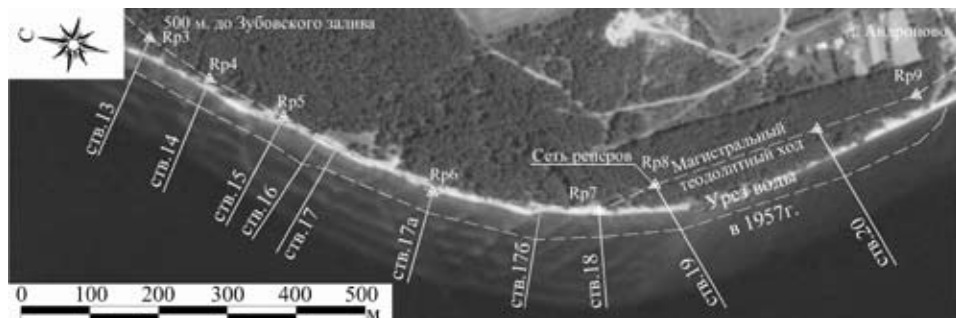
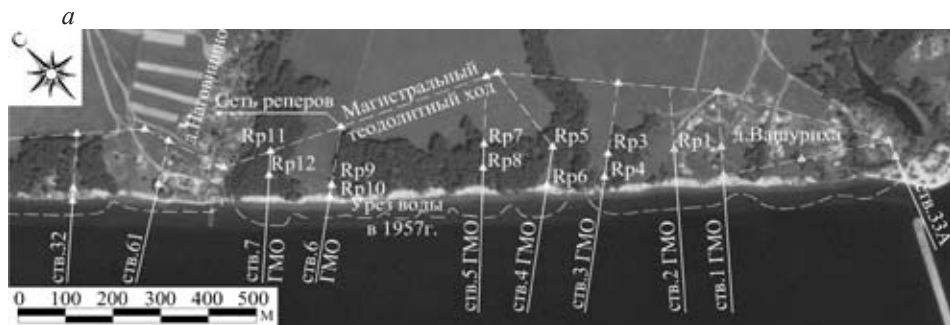


Рис. 2. Схема расположения створов на участке между д. Андроново и Zubовским заливом (космический снимок 2007 г.)



б



Рис. 3. Участок между д. Вашуриха и д. Наговицыно: а – схема расположения створов на участке (космический снимок 2007 г.); б – общий вид участка (от ств. 6 ГМО до ств. 33А)



Третий участок наблюдений располагается на правом берегу водохранилища между д. Черницы и д. Нагорное (между реками Юг и Троца). Ближе к устьям рек берег представляет собой первую надпойменную террасу, сложенную песчано-суглинистым материалом, высотой над НПУ от 5 до 9 метров. Прямолинейный участок около д. Колганово сложен плотными глинами пермского возраста с прослоями песка. Береговой обрыв представляет собой практически вертикальную стену высотой до 15 м. Наблюдения на данном участке ведутся на двух створах: № 9 и 22.

Четвертый участок расположен также на правом берегу в границах от г. Чкаловска и до д. Вашкино. Побережье представляет собой коренной склон р. Волги, возвышающийся над НПУ водохранилища на 10-23 м. Склон сложен песчано-глинистыми породами пермского возраста, прикрытыми толщей четвертичных отложений. Наблюдения ведутся по трем створам: № 8, 9, 22.

Обработка и систематизация имеющихся данных о состоянии берегов. Материалы наблюдений за период с 1956 г. по 1985 г. представляют собой профили берега водохранилища в исследуемых створах, построенные на различные моменты времени в одной системе координат и привязанные к грунтовым реперам на местности. В процессе работы выполнен перевод их в цифровой вид с созданием векторных изображений профилей на различные моменты времени. Обработка выполнялась в среде автоматизированного проектирования AutoCAD.

Инструментальные измерения профилей берега. Инструментальные измерения профилей берега производились во время экспедиции, организованной осенью 2009 г., и выполнялись с помощью средств высокоточной геодезии. Надводный береговой уступ и прибрежная отмель с глубинами до 2,5 м. измерялись при помощи электронного тахеометра, свал отмели измерялся при помощи акустического эхолота, установленного на маломерном судне.

Для определения гранулометрического состава и основных характеристик грунтов, слагающих берег, и продуктов разрушения берега выполнялся отбор образцов грунта.

В тех случаях, когда не удастся явным образом зафиксировать положение створа ввиду отсутствия грунтовых реперов, имеется возможность осуществлять пространственную привязку створа с помощью средств высокоточной геодезии, геодезических GNSS приемников и имеющихся материалов магистральных теодолитных ходов. В местах, не занятых хозяйственными постройками, возможно восстановление утраченных реперов.

Обработка полученных натурных данных ведется в специализированных пакетах программ, таких как Credo Dat, AutoCad, Topkon Tools. Результатом измерений является серия профилей берега, существующих на данный момент. Современные профили накладываются на профили берега в том же створе, полученные в 1957–1985 гг.

Абразионный процесс на современном этапе. По наблюдениям сотрудников ПНИИИС [2] наибольшее разрушение берегов произошло в первые годы после подъема воды в водохранилище до НПУ, средняя скорость отступания бровки берегового обрыва в 1957–1962 гг. на различных участках составила от 4 до 18 м/год.

Далее картина абразионного процесса представлена на примере левого берега приплотинной части водохранилища по двум участкам: от Зубовского залива до д. Андроновое и от д. Андроновое до д. Вашуриха. Профили берега в исследуе-

мых створах показаны на рис. 4, 5. Параметры профилей, характеризующие состояние абразионных берегов в 2009 г., приведены в таблице.

К настоящему времени отступление абразионных берегов Горьковского водохранилища продолжается. Скорость отступления бровки берегового уступа на исследуемых участках составляет от 0,3 до 1,5 м/год.

Параметры абразионных берегов Горьковского водохранилища

| Параметр | Величина параметра в створе | | | |
|---|--------------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|
| Участок исследований | от Зубовского залива до д. Андроново | | от д. Андроново до д. Вашуриха | |
| Номер створа | 17 | 19 | 4ГМО | 7ГМО |
| Среднемноголетняя энергия волн, тыс. кДж./год/м | 1200 | 1200 | 1150 | 1150 |
| Грунт берега | Песок мелкий | Песок мелкий | Песок мелкий | Песок мелкий |
| Отступление бровки берега, полное, м | 62 | 52 | 69 | 59 |
| Текущая скорость отступления берега, м/год | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 0,6 |
| Объем размывтой породы, м ³ /м | 495 | 182 | 647 | 565 |
| Объем аккумулярованного грунта, м ³ /м | 314 | 221 | 262 | 203 |
| Коэффициент аккумуляции | 0,63 | 1,21 | 0,41 | 0,36 |
| Ширина прибрежной отмели, м | 126 | 128 | 89 | 73 |
| Средний уклон отмели | 0,008 | 0,004 | 0,02 | 0,017 |

Предварительный прогноз. Одной из основных причин затухания абразионного процесса является образование прибрежной отмели, ширины которой будет достаточно для гашения волновой энергии. Расчет предельного переформирования берега, выполненный по методу Кондратьева Н. Е. [3], показывает, что берег может отступить еще на 10–15 м в створе №17 и примерно на 30 м в створах 4ГМО и 7ГМО. Ширина волноустойчивой отмели для исследуемых створов составляет около 120–150 м, при этом уклон волноустойчивой отмели должен быть около 0,005.

Дальнейшее изучение эволюции абразионных берегов Горьковского водохранилища на основе долгосрочных наблюдений позволит выявить закономерности и усовершенствовать методы прогнозирования берегопереформирования крупных равнинных водохранилищ.

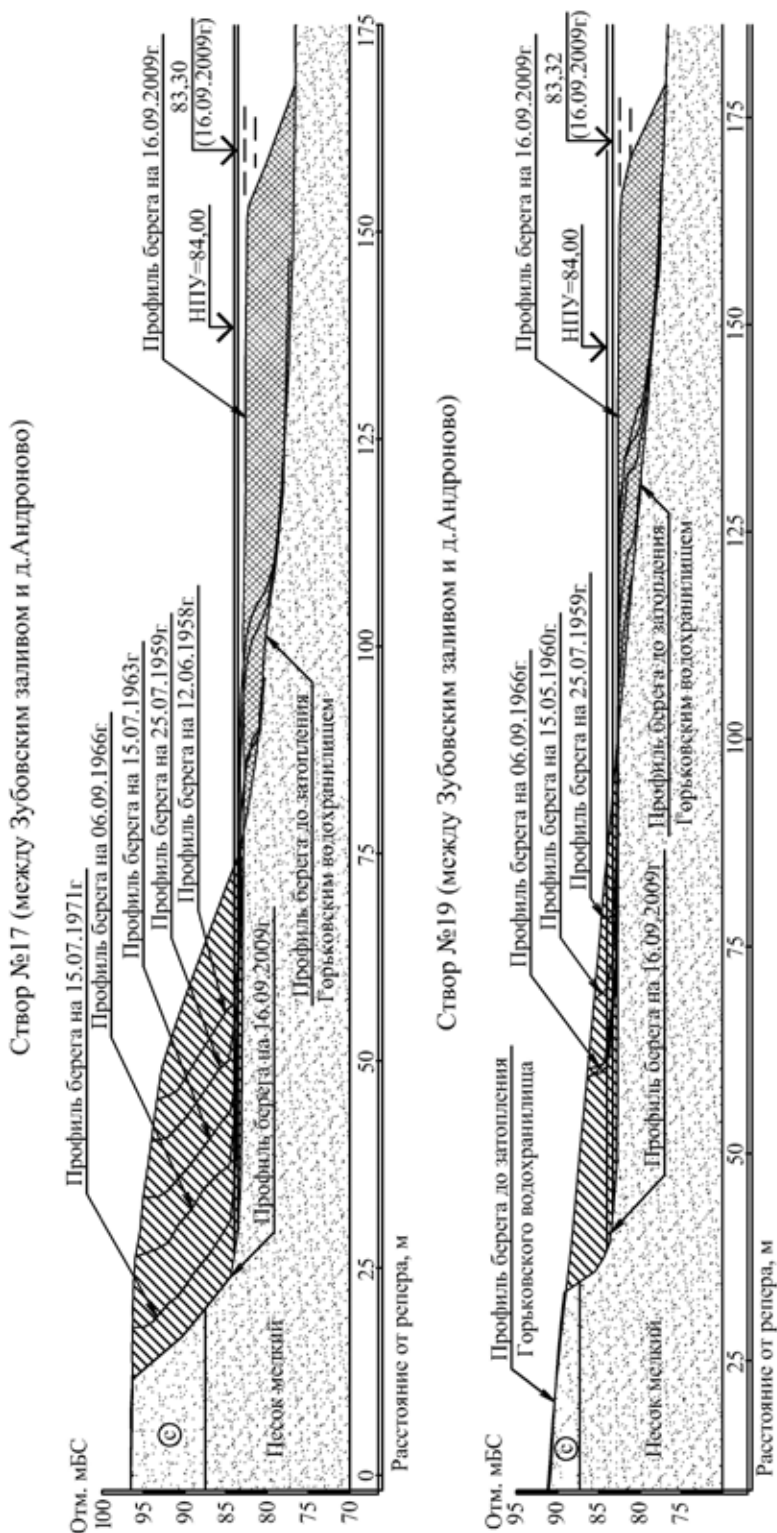
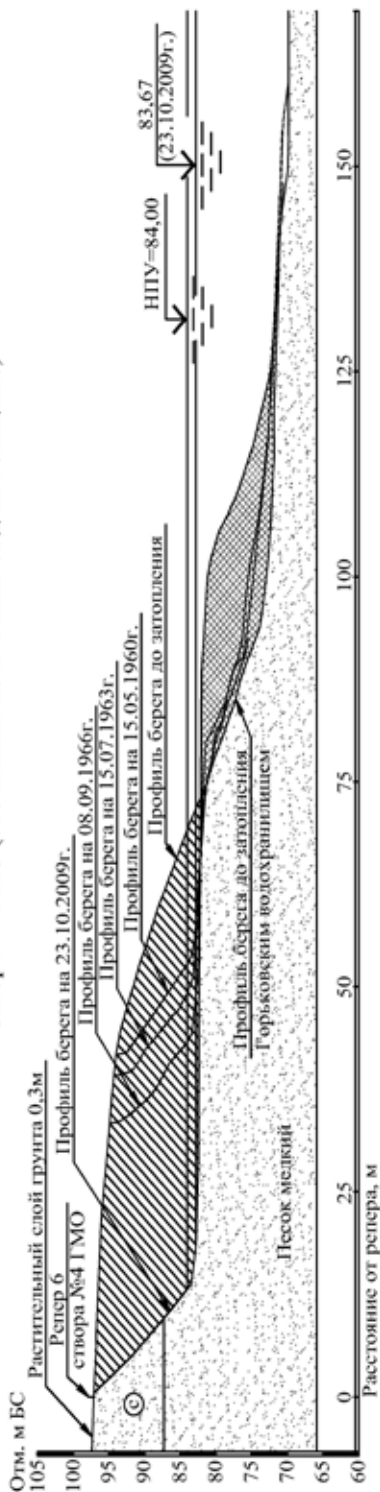


Рис. 4. Профили берега в створах №17 и №19 на участке между д. Андроново и Zubovskim zalivom

Створ №4 ГМО (650 м ниже по течению от д. Наговицыно)



Створ №7 ГМО (вблизи д. Наговицыно)

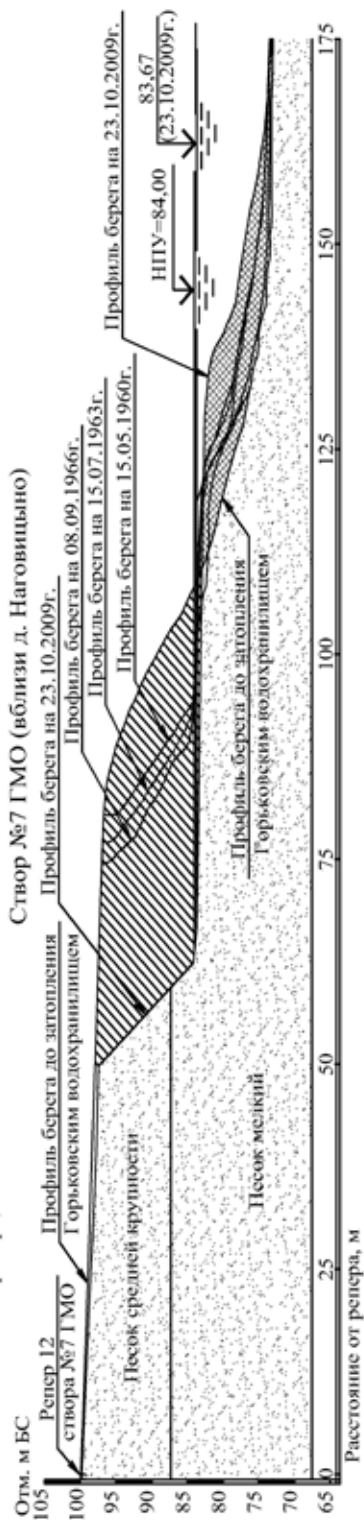


Рис. 5. Профили берега в створах №4 и №7 на участке между д. Андроново и д.Вашуриха



Представленные в статье научные результаты получены в рамках выполнения НИР по проекту «Разработка научных основ и технологий защиты урбанизированных территорий от природных и антропогенных катастроф и негативных воздействий» аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» на 2009 – 2010 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шойгу, С. К. Природные опасности России. Т. 3 / С. К. Шойгу, В. И. Осипов. – М. : КРУК, 2002. – 345 с.
2. Иконников, Л. Б. Формирование берегов водохранилища/ Л. Б. Иконников. – М. : Наука, 1972. – 94 с.
3. Кондратьев, Н. Е. Расчеты береговых переформирований на водохранилищах / Н. Е. Кондратьев. – Л. : Гидрометеиздат, 1960. – 62 с.

© С. В. Соболев, Л. Б. Иконников, И. С. Соболев, Д. Н. Хохлов, 2010

Получено: 17.04.2010 г.

УДК 627.8.09:556.53(282.247.414.51)

С. П. ВТЮРИН, ст. преп. кафедры гидротехнических сооружений

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ ВОДОХРАНИЛИЩ НА МАЛЫХ РЕКАХ БАСЕЙНА р. СУРЫ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел./факс: (831) 430-42-89;
эл. почта: gs@nngasu.ru

Ключевые слова: малые реки, водохранилища, комплексное использование.

Key words: small rivers, water reservoirs, complex use.

В статье определяются параметры водохранилищ на малых реках для комплексного использования водных ресурсов, приводится пример освоения гидроэнергетического потенциала р. Алатырь на существующем гидроузле в п. Тургенево Ардатовского района Республики Мордовия.

The article defines parameters of reservoirs on small rivers for complex use of water resources. An example of development of hydropower resources of the river of Alatyry on the existing hydrosystem in the settlement of Turgenevo of Ardatovsky area of the Republic of Mordovia is presented.

В гидрографической сети любого водосборного бассейна преобладают ручьи и малые реки. В Российской Федерации насчитывается более 2,5 млн. малых рек, формирующих около половины суммарного речного стока. В бассейнах малых рек проживают до 44% городского и почти 90 % сельского населения страны.

Малыми реками принято считать водотоки длиной от 10 до 200 км и площадью водосбора не более 5000 км². В бассейне р. Суры таких водотоков насчитывается 537, их распределение по группам в зависимости от длины представлено в табл. 1.

Указанные водотоки представляют интерес как экологически чистый возобновляемый источник гидроэнергии. Для ее оценки определен гидроэнергопотенциал малых рек бассейна р. Суры.

Т а б л и ц а 1

Распределение рек бассейна р. Суры по длине

| Номер группы | Длина реки, км | Количество рек | Общая длина группы рек, км |
|--------------|----------------|----------------|----------------------------|
| 1 | 10...50 | 502 | 9045 |
| 2 | 50...100 | 29 | 1884 |
| 3 | 100...200 | 6 | 857 |
| 4 | >200 | 4 | 1820 |
| | Всего: | 541 | 13606 |

Учитывая, что природные зоны бассейна р. Суры практически идентичны, для определения гидроэнергопотенциала был использован комбинированный способ, описанный в [1]. Для каждой группы рек были выделены несколько достаточно изученных водотоков, нарастание площади водосбора и изменение продольного профиля по длине которых известны. Мощность отдельной реки (кВт) определялась методом линейного учета по формуле:

$$N = 9,81 \sum_{i=1}^n \frac{m_o \cdot (F_i + F_{i+1})}{2} H_i,$$

где H_i – падение реки на участке, м; F_i и F_{i+1} – соответственно, площади водосбора в начале и в конце участка, км²; m_o – среднееголетний модуль стока, м³/(с·км²).

В качестве примера на рис. 1 представлена схема к расчету гидроэнергоресурсов р. Кадада. Результаты расчетов гидроэнергоресурсов бассейна р. Суры приведены в табл. 2.

Таким образом, суммарный гидроэнергопотенциал малых водотоков бассейна р. Суры оценивается в 220 МВт или около 2 млрд кВт·ч/год.

Технические гидроэнергоресурсы, то есть возможные к утилизации, оцениваются примерно в 20% от теоретических и составляют 44 МВт или 400 млн кВт·ч/год.

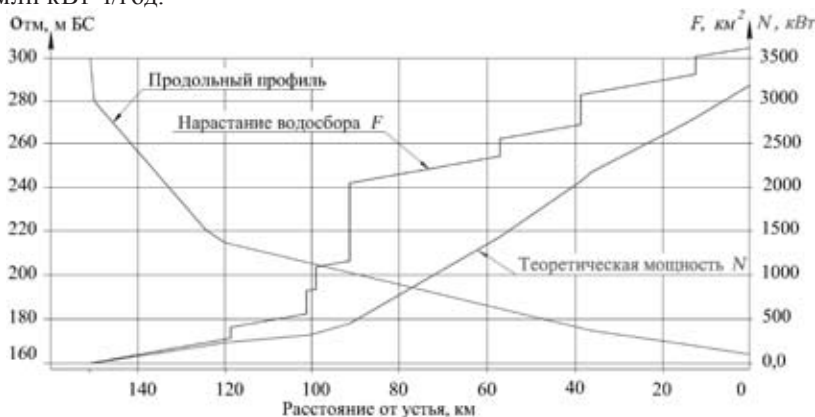


Рис. 1. Схема к расчету гидроэнергоресурсов р. Кадада



Т а б л и ц а 2

Гидроэнергетические ресурсы малых рек бассейна р. Суры

| Название | Длина реки, км | Мощность, кВт | Средняя мощность группы, кВт | Кол-во рек в группе | Суммарная мощность по группам, кВт |
|---------------|----------------|---------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| Уза | 188 | 5114 | 3 100 | 6 | 18 600 |
| Урга | 184 | 1870 | | | |
| Кадада | 150 | 3191 | | | |
| Инза | 123 | 4165 | | | |
| Киря | 106 | 1437 | | | |
| Имза | 91 | 590 | 1 300 | 29 | 37 700 |
| Меня | 85 | 833 | | | |
| Малая Медяна | 83 | 866 | | | |
| Айва | 81 | 2582 | | | |
| Нуя | 74 | 1547 | | | |
| Чека | 70 | 455 | | | |
| Инсар | 68 | 4408 | | | |
| Ежать | 64 | 617 | | | |
| Вадок | 56 | 514 | | | |
| Каслей-Кадада | 55 | 651 | | | |
| Чугунка | 43 | 429 | 325 | 502 | 163 150 |
| Большая Кша | 39 | 430 | | | |
| Ватьма | 33 | 195 | | | |
| Кетарша | 31 | 249 | | | |
| ВСЕГО | | | | 537 | 220 000 |

Использование указанных ресурсов как правило осуществляется путем возведения подпорных гидротехнических и энергетических сооружений с созданием водохранилищ.

Одним из принципов рационального природопользования является комплексное использование природных ресурсов, сопровождающееся природоохранными

мероприятиями для снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду. Сказанное в полной мере касается водных ресурсов малых рек. Это значит, что при создании водохранилищ необходимо учитывать не только потребности хозяйствования в повышении его устойчивости и защищенности от воздействия неблагоприятных природных факторов, но и экологические и социальные требования, направленные на улучшение среды обитания, повышения качества жизни населения.

На основе результатов исследований [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], обобщения и систематизации законодательных и нормативных требований сделана попытка увязать характеристики водохранилищ на малых реках с видами их хозяйственного использования и обустройства.

Рассматриваются следующие виды хозяйственного использования водохранилищ на малых реках (табл. 3):

- водоснабжение и водоотведение;
- заповедные территории, заказники, выращивание лекарственных растений;
- рекреация и здравоохранение;
- рыбное хозяйство;
- промысловое хозяйство;
- сельскохозяйственное производство (орошение, обводнение);
- гидроэнергетика;
- укрепление берегов и откосов;
- регулирование качества воды;
- заготовка сырья для различных производств, добыча полезных ископаемых.

Для водоснабжения и водоотведения основными критериями являются химический состав воды и глубина водных объектов, при этом желательна максимальная проточность и отсутствие заиления.

Заповедники и заказники относятся к особо охраняемым территориям, для которых устанавливается специальный режим использования и охраны природных ресурсов. Антропогенную деятельность на данных объектах следует ограничивать, сохраняя их естественное (природное) состояние.

Для использования водохранилищ в рекреационных и оздоровительных целях необходимо ограничивать поступление вредных веществ, создавать определенную площадь акватории с допустимыми глубинами до 1,5 – 4,0 м. В зонах отдыха нужно предусматривать пологие песчаные берега. Коэффициент проточности должен быть не менее 2 – 6 (в зависимости от площади зеркала); скорость течения от 5 до 20 см/с.

Для рыбного и промыслового хозяйств наравне с химическим составом воды предъявляются требования к площади мелководья (не менее 10 – 15% акватории) и покрытию водного объекта высшей водной растительностью (ВВР) (от 5 до 30%). Во время нереста скорость течения воды не должна превышать 50 см/с.

Для орошения сельскохозяйственных полей необходим определенный объем воды для полива сельхозкультур в вегетационный период; вода в водохранилище должна быть нормативного качества.

Для гидроэнергетики основным параметром является напор воды на гидроузле и распределение стока в течение года. Поэтому для выработки электроэнергии водохранилище должно иметь максимально возможные УВБ и полезный объем.



Т а б л и ц а 3
Параметры, определяющие виды хозяйственного использования водохранилищ на малых реках

| Виды хозяйственного использования | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|-----------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|--|--------------|
| Параметры водохранилищ | Водоснабжение и водоотведение | Заповедники, заказники и выращивание лекарственных растений | Рекреация и здравоохранение | Рыбное хозяйство | Промысловое хозяйство | Сельскохозяйственное производство | Гидроэнергетика | Закрепление берегов и откосов | Регулирование качества воды | Заготовка сырья для различных производств | Комплексное использование | |
| | Не ограничены | | | > 0,1 | > 0,001 | > 0,5 | > 0,1 | Не ограничена | > 0,1 | > 1,0 | >(0,1...1,0) км ² , < 0,25% от водосбора | |
| Проточность | Не ограничены | | | > 2...6 | | | Не ограничена | | | > 2...4 | Зависит от вида производства | > 2...6 |
| | Скорости течения, см/с | Постоянные | Не ограничены | | 5...20 | 2...10 | – | – | > 30 | < 10 | < 50 | 2...10 |
| Средняя глубина, м | Периодические | Не ограничены | | 20...50 | 10...25 | – | – | > 60 | < 10 | < 60 | < 25 | < 25 |
| | Средняя глубина, м | | В зоне купания 1,5...4,0 | | > 2...3 | | Максимальная | – | > 2...3 | Зависит от вида производства | > 3,5 | > 3,5 |
| Площадь мелководья, % | – | | < 15...20 | | > 10...15 | | Зависит от вида производства | | – | – | 10...20 | 10...20 |
| | Заиление, накопление орган. веществ, сплывинообразия | | | Нежелательно | | < 1 см в год | | Нежелательно | | Зависит от технологии очистки | – | < 1 см в год |
| Поступление загрязняющих веществ свыше ПДК | | Не допускается | | | Не лимитируется | | Не допускается | | | | | |

Окончание табл. 3

| Виды хозяйственного использования | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------|---|--------------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|---|--|
| Параметры водохранилищ | Водоснабжение и водоотведение | Заповедники, заказники и выращивание лекарственных растений | Рекреация и здравоохранение | Рыбное хозяйство | Промысловое хозяйство | Сельскохозяйственное производство | Гидроэнергетика | Закрепление берегов и откосов | Регулирование качества воды | Заготовка сырья для различных производств | Комплексное использование |
| | Устойчивое | Не лимитируется | Пологие песчаные | Устойчивое, без сплавин и заболачивания | | | Не ограничено | Зависит от вида крепления | Не лимитируется | Устойчивое | Устойчивое (в зонах отдыха, парки, песчаные) |
| Ширина полосы зарослей, м | < 3 | Не ограничена | < 100 | < 10 | Зависит от вида животных | Зависит от вида производства | | 3...15 | > 50 | Не ограничена | 3...10 |
| Покрытие ВВР, % | 1...5 | | 10...50 | 5...30 | | | | до 100 | 50...70 | > 50 | 5...10 |

Гидротехнические мелиорации осуществляются на водных объектах, где наблюдается водная эрозия, разрушение берегов, заиление и т. п. При возведении гидротехнических сооружений на малых реках необходимо производить защиту русла и берегов при скорости течения воды выше размываемой.

Для увеличения водоохраной роли водохранилищ на малых реках в случае их использования в качестве биологических очистных сооружений, необходимо предусматривать глубины более 2–3 м для предупреждения «цветения» воды, максимальный коэффициент удлиненности (отношение длины водного объекта к его ширине). Кроме того, расположение водовыпусков должно обеспечивать течение воды по всему сечению водохранилища со скоростями от 2 до 10 см/с.

Из сказанного следует, что для комплексного использования водохранилищ на малых реках необходимо учитывать множество параметров, так как в противном случае возможно выпадение некоторых видов водопользования. В связи с этим можно выделить некоторые критические величины, переход через которые приводит к качественным изменениям водных экосистем или к невозможности комплексного использования водного объекта. Такими величинами являются: площадь зеркала $0,1 \text{ км}^2$ и $0,25\%$ от общей площади водосбора, коэффициент проточности менее 2, скорость течения воды 2 и 25 см/с, площадь мелководий 10 и 20% от площади зеркала, заиление более 1 см в год, поступление вредных веществ свыше ПДК, а также покрытие водного объекта ВВР 5 и 10 %.

Рассмотренные критерии позволяют оценить основные параметры водохранилищ на малых реках, дающие возможность рационального использования водных ресурсов. Эти параметры приведены в последней графе табл. 3.

В бассейне р. Суры, по данным ВВБВУ, на малых реках создано 188 водохранилищ с площадью зеркала более $0,1 \text{ км}^2$ и объемом более 1 млн м^3 . Общий объем запасенной воды составляет около 400 млн м^3 .

Примером комплексного использования водных ресурсов водохранилищ является гидроузел на р. Алатырь в п. Тургенево Ардатовского района Республики Мордовия.

Гидроузел расположен на северо-восточной окраине поселка. Водохранилище используется в целях водоснабжения ОАО «Ардатовский светотехнический завод» и в рекреационных целях – для отдыха, купания и любительского рыболовства местного населения (рис. 2).



Рис. 2. Общий вид гидроузла и водохранилища на р. Алатырь у п. Тургенево

Площадь зеркала при НПУ – 4,0 км², полный объем – 22,0 млн м³, средне-многолетний расход в створе – 40,3 м³/с, расчетный напор гидроузла – 6,5 м. Имеющийся напор и неиспользуемые расходы воды являются предпосылкой создания малой ГЭС.

В результате выполнения водноэнергетических расчетов выяснилось, что мощность ГЭС может составить от 570 до 5500 кВт за многолетний период; при этом обеспеченная мощность вероятностью превышения 80% составляет 610 кВт, установленная мощность должна быть 1200 кВт.

Выполненные проработки позволили определить основные показатели ГЭС (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Технико-экономические показатели ГЭС (в ценах 2010 г.)

| Мощность, кВт | | Расчетный напор, м | Среднемноголетняя выработка электроэнергии, млн. кВт·ч/год | Капитальные затраты, млн. руб. | Затраты на эксплуатацию, млн. руб./год |
|---------------|--------------|--------------------|--|--------------------------------|--|
| установленная | обеспеченная | | | | |
| 1200 | 610 | 6,5 | 8,20 | 60,00 | 1,50 |

При этом экономическим результатом создания ГЭС принято снижение затрат ОАО «АСТЗ» в п. Тургенево на приобретение электроэнергии из электросетей, экономическими затратами – капитальные вложения в ГЭС и вложения в ее эксплуатацию. Результаты оценки эффективности даны в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Экономическая эффективность ГЭС (в ценах 2010 г.)

| Тариф на электроэнергию, руб./кВт·ч | Снижение затрат на приобретение электроэнергии (доход), млн. руб./год | Затраты на эксплуатацию, млн. руб./год | Капитальные затраты, млн. руб. | Срок окупаемости, годы | Чистый дисконтированный доход за период 25 лет, млн. руб. |
|-------------------------------------|---|--|--------------------------------|------------------------|---|
| 2,17 | 17,80 | 1,50 | 60,00 | 4,9 | 87,90 |

Как следует из табл. 5, возведение ГЭС на р. Алатырь в п. Тургенево Ардатовского района Республики Мордовия экономически эффективно: срок окупаемости затрат не превышает 5 лет, а чистый дисконтированный доход достигает 87,90 млн. руб.

Создание ГЭС в существующем гидроузле в п. Тургенево на р. Алатырь существенно повысит комплексность использования водных ресурсов водохранилища.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Февралев, А. В. Гидроэнергетические ресурсы малых рек Центрального Поволжья / А. В. Февралев // Известия высших учебных заведений. Сер. «Энергетика». – 1990. – № 9. – С. 115–119.
2. Авакян, А. Б. Рыбопродуктивность водохранилищ и роль их акваториального районирования, планировки и обустройства в ее повышении / А. Б. Авакян, А. Г. Поддубный // Водные ресурсы. – 1995. – Т. 22, № 1. – С. 90–97.
3. Бреховских, В. Ф. Гидроэкология: зарастающие мелководья водоемов / В. Ф. Бреховских, В. Д. Казмирук, Т. Н. Казмирук // Инженерная экология. – 2001. – № 4. – С. 34–50.
4. Казмирук, В. Д. Экосистемы зарастающих водных объектов и гидроэкологические критерии их хозяйственного использования / В. Д. Казмирук // Мелиорация и водное хозяйство. – 1998. – № 4. – С. 25–28.
5. Михеев, И. И. Предельно-допустимые экологические нагрузки на водные объекты и принципы оптимизации комплекса водоохранных мероприятий / И. И. Михеев [и др.] // Инженерная экология. – 1997. – № 2. – С. 19–28.
6. Петенков, А. В. Экологизация использования водных ресурсов малых рек / А. В. Петенков, Л. М. Ершова // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 3. – С. 5–7.
7. Шумаков, Б. Б. Принципы экосистемного водопользования в сельском хозяйстве / Б. Б. Шумаков // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 5. – С. 12–13.
8. Обоснование параметров малых гидроузлов, предназначенных для рекреации / О. А. Грачева // Приволжский научный журнал. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2009. – № 3. – С. 36–41.
9. Прогнозное моделирование экологической опасности водных объектов на урбанизированных территориях / С. В. Соболев, И. С. Соболев, Н. П. Сидоров, Д. Н. Хохлов, В. М. Красильников // Приволжский научный журнал. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2009. – № 4. – С. 158–163.

© С. П. Втюрин, 2010

Получено: 29.05.2010 г.

УДК 666.972.16

В. С. ИЗОТОВ¹, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой технологии, организации и механизации строительства; Т. А. КРАСНОВА², нач. испытательной лаборатории; О. В. СЕЛИВЕРСТОВА², специалист службы технологической поддержки

ВЛИЯНИЕ НОВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ОЛИГОМЕРНЫХ ЭФИРОВ АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА ПЛОТНОСТЬ И ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ БЕТОНА

¹ ФГОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1.

Тел.: (843) 510-47-31; эл. почта: V_S_izotov@mail.ru

² ООО «Торговый дом Суперпласт»

Россия, 600031, г. Владимир, Промышленный пр-д, д. 5.

Тел.: (4922) 23-56-54; 23-87-27; 33-58-06; эл. почта: shelma4@mail.ru, TDS_TP@mail.ru

Ключевые слова: добавки, суперпластификаторы, бетонная смесь, бетон.

Key words: hypersoftener, concrete mix, additives, heavy concrete.

Изучено влияние нового суперпластификатора на основе олигомерных эфиров акриловой кислоты на реологические свойства бетонной смеси, прочность, плотность и водонепроницаемость тяжелого бетона.

Influence of new supersoftener on the basis of oligomer ethers of acrylic acids on flow properties of a concrete mix, durability, density and water resistance of heavy concrete is studied.

В настоящее время строительная отрасль динамично развивается. Монолитное строительство приобретает все больший масштаб. Появляются новые виды железобетонных конструкций и изделий, оптимизируется и модифицируется технология их производства. Одновременно повышаются и технические требования к бетону. Поэтому стойкость бетонных и железобетонных конструкций и изделий к воздействию окружающей среды и их долговечность выходят на первый план.

В естественных условиях здания и сооружения подвергаются воздействию перепадов температуры, кислотных осадков, перепадов влажности окружающей среды, что может негативно сказаться на их долговечности [1].

Долговечность бетонных и железобетонных конструкций выражается в их способности сохранять требуемые эксплуатационные качества в течение длительного срока службы в условиях внешних воздействий. Поэтому помимо прочностных характеристик важную роль играют показатели по водонепроницаемости и морозостойкости. Эти два параметра, неразрывно связанные друг с другом, зависят от величины пористости, от размера пор, в первую очередь, капиллярных [2].

Для повышения стойкости железобетона используют бетоны повышенной плотности, специальные цементы, изоляцию поверхности специальными гидрофобизирующими покрытиями или красками и т. д.

Но все же наиболее массовым, наименее трудоемким и эффективным способом повышения срока эксплуатации бетонных конструкций является введение в бетонную смесь комплексных добавок, обеспечивающих необходимую для работы реологию бетонной смеси и одновременно повышение его плотности.



В настоящее время в качестве добавок-уплотнителей структуры бетонов применяют минеральные тонкодисперсные и тонкомолотые добавки, например, кремнеземистые породы, микрокремнезем, метакаолин, доменные гранулированные шлаки, золы. Действие данных добавок сводится к улучшению структуры, повышению плотности цементного камня за счет коагуляции капилляров сечением более 1 мкм, через которые мигрирует влага. Подобные добавки требуют специального дополнительного оборудования для хранения и дозирования, увеличения времени перемешивания, а в некоторых случаях и увеличения водоцементного соотношения, что может сказаться на свойствах железобетонной конструкции в перспективе.

Для повышения плотности бетона применяются также водорастворимые добавки, такие как полиаминная смола, ДЭГ-1, ТЭГ-1, сульфат алюминия, сульфат железа, хлорид железа, нитрат кальция [3].

Однако эффективность органических добавок этой группы невысока, а применение солей в качестве добавок ограничивается различными негативными эффектами, самыми яркими из которых является высолообразование и влияние на арматуру.

Все перечисленные добавки требуют дополнительного введения пластифицирующих добавок, обеспечивающих необходимую для работы реологию бетонной смеси.

Авторами разработана новая полифункциональная водорастворимая добавка на основе олигомерных эфиров акриловой кислоты, оказывающая влияние на реологию бетонной смеси на уровне суперпластификатора С-3 и одновременно повышающая плотность бетона.

Добавка вводится с водой затворения и не требует дополнительных дозаторов (при наличии дозаторов для жидких добавок). Она позволяет обеспечить подвижность бетонной смеси класса П5 (22 см) при дозировке 0,7 % от массы цемента по сухому веществу и положительную кинетику набора прочности во все сроки нормального твердения и прирост прочности относительно контрольного образца в проектном возрасте на 10 % (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

| Содержание добавки | Расход материалов на 1 м ³ *) | | | | Осадка конуса, см | Плотность б/см, кг/м ³ | Рсж, МПа, при нормальном твердении в возрасте: | | | Плотность бетона, кг/м ³ |
|-----------------------|--|-----------|------------|----------|-------------------|--------------------------------------|--|-------|-----------|--|
| | Цемент, кг | Песок, кг | Щебень, кг | Вода, кг | | | 1 сут | 7 сут | 28 сут | |
| | | | | | | | | | | |
| Эталон | 350 | 788 | 1142 | 182 | 3 | 2340 | 8,0 | 29,1 | 35,0 | 2420 |
| 0,5% | 350 | 788 | 1142 | 182 | 17 | 2345 | 8,7 | 29,8 | 35,3 | 2433 |
| 0,7% | 350 | 788 | 1142 | 182 | 22 | 2393 | 8,6 | 30,7 | 38,5 | 2442 |
| 1% | 350 | 788 | 1142 | 182 | 24 | 2400 | 9,0 | 30,0 | 35,6 | 2432 |

*) Дозировки указаны в процентах от массы цемента по сухому веществу. Материалы: ОАО «Мордовцемент» ЦЕМ I 42,5 Н; песок Мкр=2,3; щебень гранитный фр. 5 – 20 мм

Изготавливались бетонные смеси: контрольная – с подвижностью П1; с новой добавкой и для сравнения – с суперпластификатором С-3 – с подвижностью П5, при неизменном относительно контрольного образца соотношением В/Ц (табл. 2).

Плотность бетона определяли в возрасте 1, 7 и 28 суток нормального твердения.

Т а б л и ц а 2

| Добавка | Расход материалов на 1 м ³ | | | | Осадка конуса, см | Плотность б/см, кг/м ³ | Плотность бетона при норм. твердении | | | R _{сж} 28 сут, МПа |
|-----------|---------------------------------------|-----------|------------|----------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------|----------|-----------------------------|
| | Цемент, кг | Песок, кг | Щебень, кг | Вода, кг | | | 1 сутки | 7 суток | 28 суток | |
| – | 350 | 788 | 1142 | 182 | 3 | 2340 | 2403 | 2421 | 2420 | 35,0 |
| 0,5 % | 350 | 788 | 1142 | 182 | 17 | 2345 | 2424 | 2424 | 2433 | 35,3 |
| 0,7 % | 350 | 788 | 1142 | 182 | 22 | 2393 | 2431 | 2441 | 2442 | 38,5 |
| 1 % | 350 | 788 | 1142 | 182 | 24 | 2400 | 2421 | 2432 | 2432 | 35,6 |
| С-3 0,5 % | 350 | 788 | 1142 | 182 | 22 | 2380 | 2411 | 2411 | 2416 | 35,5 |

Как следует из данных табл. 2, новая добавка повышает плотность бетонной смеси и плотность бетона во все сроки твердения более значительно, чем добавка С-3.

Повышение плотности бетонной смеси с новой добавкой может свидетельствовать о пониженном воздухоовлечении, что, по нашему мнению, является одной из причин повышения непроницаемости бетона.

Испытания на водонепроницаемость бетона выполняли в проектном возрасте. Для этого были изготовлены образцы с разработанной добавкой (0,7% от массы цемента по сухому веществу) и для сравнения с суперпластификатором С-3 (0,5%). Бетонная смесь в обоих случаях обладала подвижностью на уровне П5 (22 см). Испытания проводились согласно ГОСТ 12730 [4]. Составы бетона и результаты испытаний приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

| Вид и содержание добавок | Расход материалов на 1 м ³ | | | | Плотность бетона, кг/м ³ | Марка по водонепроницаемости, W |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------|------------|----------|-------------------------------------|---------------------------------|
| | Цемент, кг | Песок, кг | Щебень, кг | Вода, кг | | |
| Без добавок | 350 | 788 | 1142 | 182 | 2415 | 8 |
| 0,7 % | 350 | 788 | 1142 | 182 | 2445 | 14 |
| С-3 0,5 % | 350 | 788 | 1142 | 182 | 2420 | 10 |



Как следует из данных табл. 3, образцы с новой добавкой обладают водонепроницаемостью W_{14} , что на 3 ступени выше состава без добавок (W_8) и на 2 ступени выше образцов с суперпластификатором С-3 (W_{10}).

Одной из характерных особенностей многих известных суперпластификаторов является высокая определенная чувствительность к минералогическому составу цементов. Поэтому нами выполнены исследования влияния разработанной добавки на изменение нормальной густоты и сроков схватывания цементов различного минералогического состава. В качестве объектов исследования выбраны портландцементы Старооскольского, Мальцовского, Воскресенского и Себряковского цементных заводов, нормальная густота, сроки схватывания и минералогический состав которых представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

| № п/п | Наименование завода-изготовителя цемента | Нормальная густота, % | Сроки схватывания, ч, мин | | Минералогический состав, % | | | |
|-------|--|-----------------------|---------------------------|-------|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | | | Начало | Конец | C ₃ S | C ₂ S | C ₃ A | C ₄ AF |
| 1 | Старооскольский | 26,73 | 2.00 | 5.0 | 68,8 | 11,3 | 9,2 | 10,6 |
| 2 | Мальцовский | 25,88 | 2.00 | 6.00 | 58 | 21 | 7 | 14 |
| 3 | Воскресенский | 26,88 | 2.00 | 4.40 | 60 | 10 | 7 | 13 |
| 4 | Себряковский | 27,75 | 1.50 | 5.00 | 65 | 12 | 5,3 | 15 |

Добавка, введенная в цементное тесто с водой затворения в количестве 0,5; 0,7 и 1,0 % от массы цемента, снижает нормальную густоту всех исследуемых цементов тем интенсивнее, чем выше содержание добавки. Наиболее значительное снижение нормальной густоты цементного теста достигается при содержании добавки 1,0 %. При этом на цементе №1 (табл. 4) нормальная густота снижается на 19 %, на цементе № 2 на 15 %, на цементе № 3 на 13,5 % и на цементе № 4 на 10 %. Результаты эксперимента показывают, что наибольшее снижение нормальной густоты цементного теста в присутствии данной добавки наблюдается при применении низкоалюминатного цемента, что характерно для многих пластифицирующих добавок и суперпластификаторов, например, С-3 [5].

Добавка оказывает влияние и на сроки схватывания теста нормальной густоты. Начало и конец схватывания на всех цементах увеличивается на 10–40 мин в зависимости от вида цемента и содержания добавки. Наибольшее замедление схватывания происходит при содержании добавки 1,0 % у цементов Мальцовского и Воскресенского заводов (на 40 мин).

Наименьшее влияние на сроки схватывания цементного теста добавка оказывает в случае применения портландцемента Старооскольского цементного за-



вода, отличающегося максимальным содержанием трехкальциевого силиката в цементном клинкере.

Таким образом, полученные результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что разработанная добавка в соответствии с требованиями ГОСТ 30459 [6] может быть отнесена и к пластификаторам I группы эффективности (пластификация с П1 до П5 без потери прочности во все сроки твердения), и к кольматирующим добавкам (повышение непроницаемости на 2 ступени и выше относительно контрольного образца).

Сочетание свойств суперпластификатора и кольматирующей добавки обеспечивает оптимальные показатели по реологии бетонной смеси в процессе работы с ней и долговечности полученных бетонных и железобетонных изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батраков, В. Г. Модифицированные бетоны / В. Г. Батраков. – М. : Стройиздат, 1990. – 500 с.
2. ГОСТ 24211-2003. Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 24211-91 ; введ. 01.03.04. – М. : ГУП ЦПП, 2004. – 9 с.
3. ГОСТ 30459-2003. Добавки для бетонов и строительных растворов. Методы определения эффективности. – Взамен ГОСТ 30459-96 ; введ. 01.03.04. – М. : ГУП ЦПП, 2004. – 14 с.
4. Изотов, В. С. Организация системы контроля качества и повышения долговечности бетонных и железобетонных конструкций / В. С. Изотов. – Казань : Образцов. тип., 2008. – 300 с.
5. Изотов, В. С. Химические добавки для модификации бетона : монография / В. С. Изотов, Ю. А. Соколова. - М. : Палеотип, 2006. – 244 с.
6. ГОСТ 12730. Бетоны. Методы определения показателей пористости [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 12730-67 в части определения пористости ; введ. 01.01.1980. – Режим доступа : amd.mordovexpo.ru/assets/files/gost...

© В. С. Изотов, Т. А. Краснова, О. В. Селиверстова, 2010

Получено: 20.11.2009 г.



УДК 389+528

Б. А. ГОРДЕЕВ, д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией виброзащиты машин¹, проф. кафедры математики²; К. В. ГОЛУБЕВА², аспирант кафедры математики, асс. кафедры стандартизации и инженерной графики

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

¹ Нижегородский филиал института машиноведения им. А. А. Благодярова РАН
Россия, 603024, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85. Тел.: (831) 432-03-00.

² ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-95;
эл. почта: nir@nngasu.ru

Ключевые слова: кепстр, спектр, геодезия, трехканальный виброметр, вибрационные поля.
Key words: cepstrum, spectrum, geodesy, three-channels vibrator, vibrating fields.

В статье анализируются экспериментально полученные результаты измерения параметров вибрации в помещениях, предназначенных для поверки высокоточных средств измерений. Обнаружено, что во всех объектах исследований преобладают низкочастотные гармонические составляющие около 0,5 Гц. Причем энергонасыщенность этих гармоник может на несколько порядков превосходить заданные в технических условиях. Кепстральная обработка полученных спектров позволила выявить основные тенденции изменения спектра в сторону низких частот. Причина появления низкочастотных составляющих спектра достоверно пока не выяснена.

The article discusses the results of experimental parametric measurement of vibration in the premises designed for checking high-precision measuring apparatuses. It was found out that low-frequency harmonious components of 0.5 Hz prevailed in all the objects of researches. And the energy level of these harmonics could be several times higher than that mentioned in specifications. The cepstral processing of the obtained spectrums allowed to reveal the basic tendencies of spectrum change towards the low frequencies. The reason of occurrence of low-frequency components of a spectrum authentically has not been yet identified.

При строительстве или реконструкции сооружений, проведении земельных работ, а также благоустройстве территорий необходимо соблюдать все правила и нормы нормативной документации и, в частности, точность, которую могут обеспечить только геодезические работы [1–3]. Поэтому вопросы нормирования точности геодезического оборудования имеют принципиальное значение, так как они в конечном счете определяют уровень качества строительно-монтажных и ремонтных работ. Точность геодезического оборудования определяется качеством его поверки [4, 5]. Поверки могут осуществлять только аттестованные метрологические лаборатории [6–12].

Рассмотрим реально существующие факторы, влияющие на точность измерения геодезических параметров.

При выполнении поверочных работ соблюдаются условия, обеспечивающие достижение нужных результатов, правильное использование приборов и сохранение здоровья рабочих и инженерно-технического персонала.

При проведении эксперимента температура окружающего воздуха, скорость изменения температуры, относительная влажность в помещении, где проводится поверка геодезического оборудования, соответствовали установленным требовани-

ям [11, 12]. Но ни в одном нормативном документе не указаны показатели вибрации [6–12].

Для решения данной задачи были исследованы реперные (контрольные) точки в поверочной лаборатории на рабочем месте поверителя (рис. 1) для выявления возможности установки прецизионной измерительной аппаратуры и технического оборудования.



Рис. 1. Рабочее место поверителя

Рассмотрим виброперемещения в трех реперных точках (1, 2, 3) рабочего места поверителя и кратко проанализируем их [13].

В каждой контрольной точке были проведены исследования временных реализаций вибропроцессов. Диапазон частот измерений вибрации, воздействующей на чувствительное оборудование, – от долей Гц до 100 Гц. Как правило, большая часть мощности такой вибрации сосредоточена в диапазоне ниже 100 Гц, поскольку в этом диапазоне бывает максимальный отклик элементов конструкции здания.

Уровень вибрации и ее длительность определяются, в первую очередь, видом источника, его расстоянием до объекта воздействия (оборудования) и частотной характеристикой элементов конструкции здания, где это оборудование установлено. Диапазон возможных значений вибрации, выраженный в единицах скорости, – от 0,001 до 10 мм/с.

Чтобы определить режим вибрационного воздействия, которому подвергается оборудование в помещении, необходимы точные и полные результаты измерений. Вибрацию измеряют в точках, максимально близких к областям контакта оборудования или его основания к полу. Чтобы описать условия воздействия на оборудование крупных размеров, необходимо использовать большое число точек измерений.

При обработке экспериментальных данных все измеренные виброперемещения выражены в виде временных реализаций, когда исследуемый процесс был представлен функциями времени, и тот же процесс далее описывался в частотной области. Представление исследуемых процессов в частотной области оказалось более информативным, так как позволило с высокой точностью оценить вклад каждой гармонической составляющей.

Предварительный анализ спектров показал, что высокочастотные гармонические составляющие с седьмой гармоники и выше являются неинформативными и виброперемещения в этом диапазоне частот около 1–2 мкм находятся на пределе чувствительности первичного преобразователя. Однако при дальнейшей кепстральной обработке полученных спектров выяснилось, что информативные сигналы присутствуют даже в гармонических составляющих вплоть до 20 Гц.

Кепстральное представление сигналов позволяет идентифицировать локальные источники вибрации и шума в отдельных объектах контроля.

Результаты измерений, спектральное и кепстральное представление измеренных сигналов приведены на рис. 2–10.

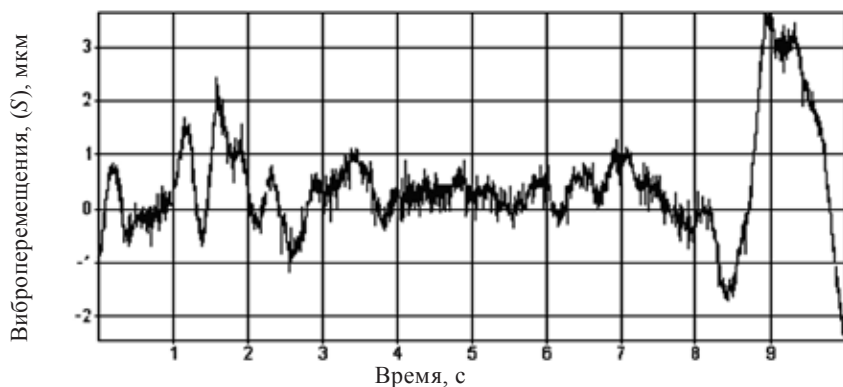


Рис. 2. Временная реализация виброперемещений в точке I

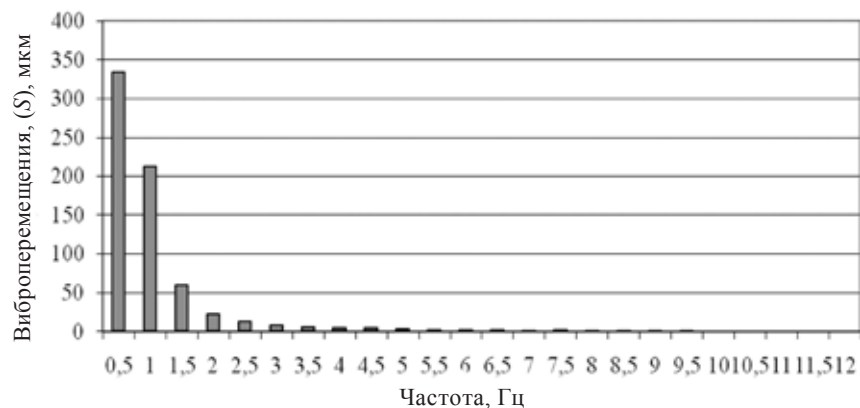


Рис. 3. Амплитудный спектр виброперемещений в точке I

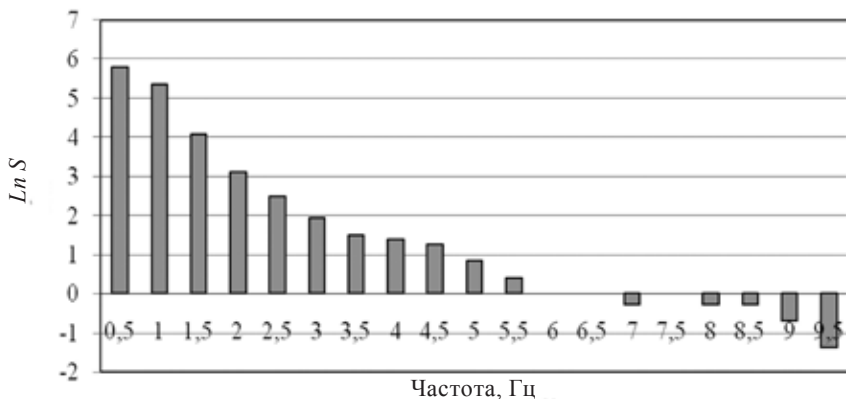


Рис. 4. Кепстр виброперемещений в точке I

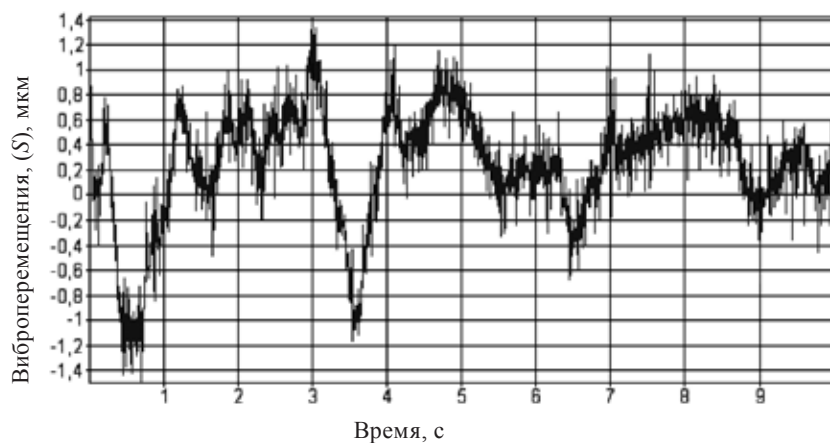


Рис. 5. Временная реализация виброперемещений в точке 2

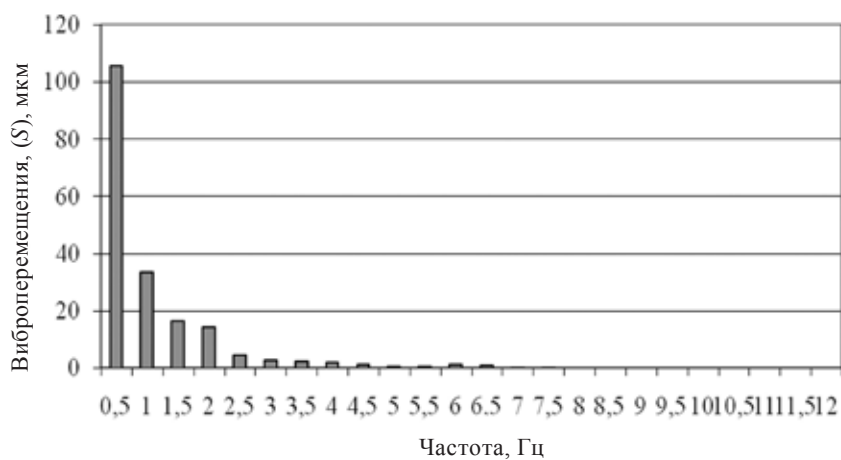


Рис. 6. Амплитудный спектр виброперемещений в точке 2

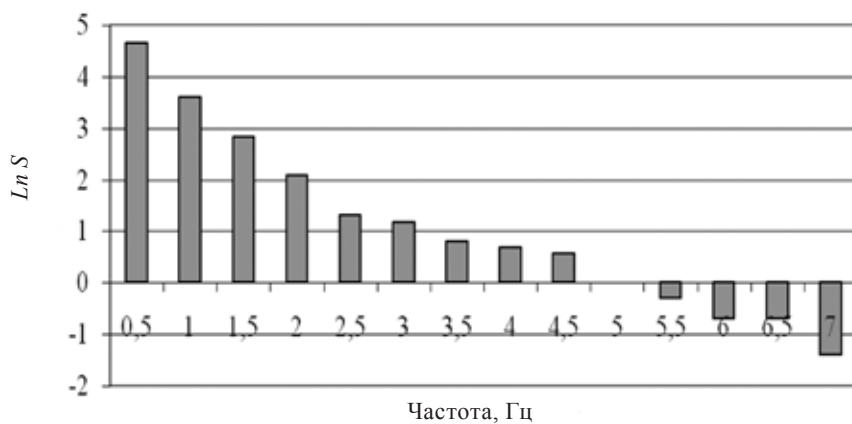


Рис. 7. Кепстр виброперемещений в точке 2

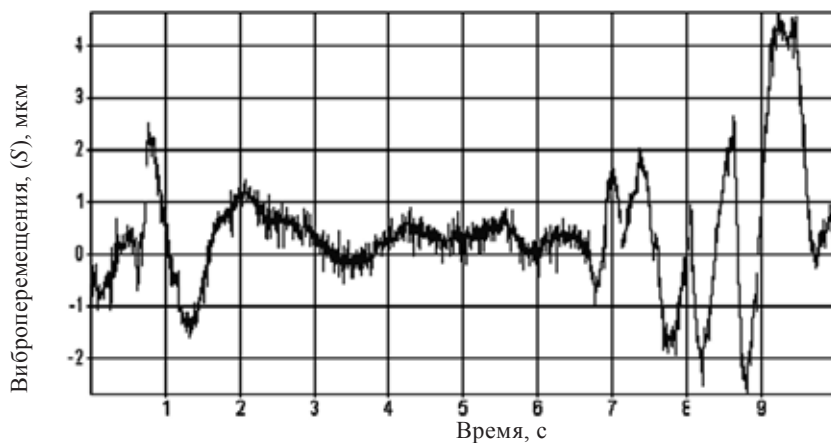


Рис. 8. Временная реализация виброперемещений в точке 3

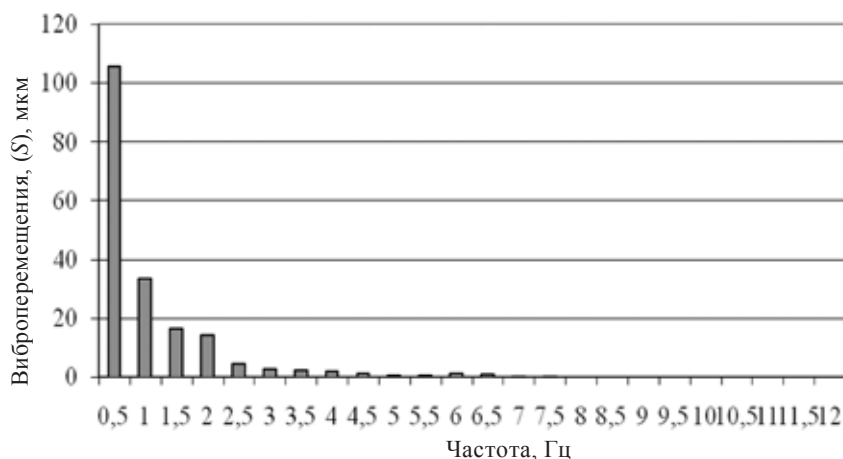


Рис. 9. Амплитудный спектр виброперемещений в точке 3

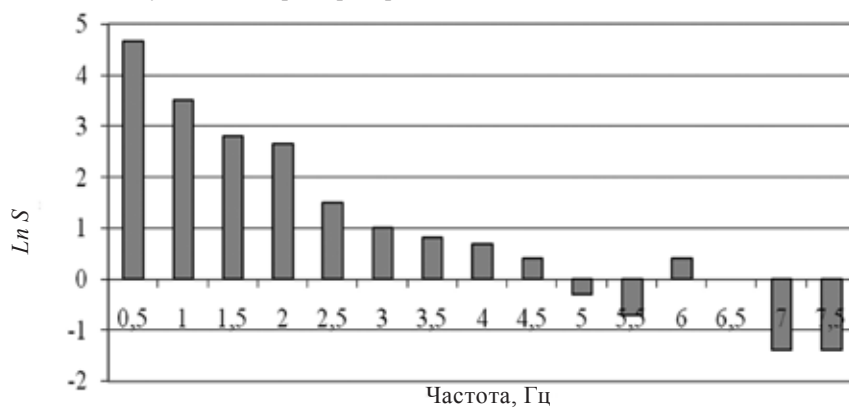


Рис. 10. Кепстр виброперемещений в точке 3

В первой контрольной точке наибольший допустимый уровень виброперемещений должен составлять 8 мкм на главной гармонике (0,5 Гц). Однако в действительности его среднее действующее значение 334 мкм, что превышает допустимый уровень на 30 с лишним дБ. Вторая гармоника (1 Гц) составляет

212,25 мкм, что превышает допустимый уровень виброперемещений на 28 дБ. Третья гармоника (1,5 Гц) превышает допустимый уровень на 17 дБ. Анализ кепстра показал следующее. Эффективное гашение вибрации начинается с 6 Гц, как и в спектральном представлении. Во второй контрольной точке на этой же платформе на частоте 0,5 Гц уровень виброперемещений превышает допустимый (8 мкм) на 30 дБ, на второй гармонике, на частоте 1 Гц – на 20 дБ, на третьей, 1,5 Гц, – на 12 дБ. На остальных гармониках уровень виброперемещений не превышает допустимого. В последующих гармониках виброперемещения не превышают 1 мкм и находятся на пороге чувствительности аппаратуры. Здесь, в отличие от первой контрольной точки в спектральном представлении, критическая гармоника соответствует частоте 4,5, а в кепстральном – 5 Гц. В третьей контрольной точке эффективное гашение вибрации начинается с шестой гармоники. На этой гармонике обнаружен небольшой подъем амплитуды на 1 мкм, что можно объяснить ошибкой оператора.

Таким образом, на рабочем месте поверителя во всех контрольных точках выявлены скрытые стоячие волны различных частот, которые вызываются различными источниками, расположенными за пределами данной зоны.

Кроме проведенных спектральных и кепстральных исследований вибросигналов, были выполнены расчеты энергозависимых гармонических составляющих вибросигналов. Оказалось, что наиболее энергонасыщенными являются низкочастотные гармоники. Первая гармоника 0,5 Гц наиболее энергонасыщенная по сравнению с остальными. Поэтому первоочередная задача – гашение вибрации главной гармоники 0,5 Гц.

Причины появления этой гармоники могут быть различными:

- 1) собственные колебания бетонной плиты, на которой проводились измерения;
- 2) самосинхронизация работающих электродвигателей – пульсирующая синхронизация (групповая), в результате которой возникают биения низких частот. Но для того чтобы возникли низкочастотные биения, вся система должна обладать нелинейными свойствами.

Итак, при испытаниях в спектре выходного сигнала появлялась низкочастотная составляющая 0,5–3 Гц, которая являлась диагностическим признаком биений. Биения – наиболее негативный фактор действия вибрации на окружающую среду, что приводит к неточным измерениям при проверке.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, проект № 08-08-97057-Р Поволжье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об обеспечении единства измерений [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 26.06.2008 № 102-ФЗ. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.
2. О геодезии и картографии [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 26.12.1995 № 209-ФЗ. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.
3. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 23.07.2008 № 160-ФЗ. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.
4. ГОСТ 10529–96. Теодолиты. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Кодекс.
5. ГОСТ 10528–90. Нивелиры. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Кодекс.
6. Пр 50.2.002–94. ГСИ. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными ме-



тодиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.metrob.ru/HTML/NTD/Pravila/PR_50.2.002-94.html.

7. Пр 50.2.006–94. ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений (с изменениями № 1 и комментариями [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/9006079>.

8. Пр 50.2.007–2001. ГСИ. Поверительные клейма [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.stroy-info.ru/docsdino_id7594.htm.

9. Пр 50.2.011–94. ГСИ. Порядок ведения Государственного Реестра средств измерений http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/52/52276/index.php.

10. Пр 50.2.012–94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/52/52276/index.php.

11. Пр 50.2.013–97. ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право аттестации методик выполнений измерений и проведения метрологической экспертизы документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.docload.ru/tehnpadoc/46/46150.htm>.

12. Пр 50.2.014–2002. ГСИ. Правила проведения аккредитации метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений (с разъяснениями). – Режим доступа : <http://www.simbexpert.ru/?snips/snip/46102/>.

13. ГОСТ Р ИСО/ТС 10811-1–2007. Вибрация в помещениях с установленным оборудованием [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Кодекс.

© Б. А. Гордеев, К. В. Голубева, 2010

Получено: 07.12.2009 г.

УДК 534.6:625.42

Н. Д. НИКОЛОВ¹, канд. техн. наук, директор; И. Л. ШУБИН², канд. техн. наук, директор

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКА, ИЗЛУЧАЕМОГО ИСТОЧНИКОМ КОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ

¹ Институт строительной физики, технологии и логистики

Болгария, 1113, г. София, ул. А. Жендова, д. 1. Тел./факс: (+3592) 973-35-94; эл. почта: njd1991@abv.bg

² Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН

Россия, 127238, г. Москва, Локомотивный проезд, д. 21. Тел.: (495) 482-40-76;

факс: (495) 482-40-60; эл. почта: niisf@ipc.ru

Ключевые слова: уровень звукового давления, источник конечной длины, квазицилиндрические волны.

Key words: level of sound pressure, source of finite length, quasicylindrical waves.

В статье представлена оригинальная математическая модель для исследования распространения звука, излучаемого источником конечной длины в виде конечного числа точечных источников. Доказан квазицилиндрический характер распространения звуковых волн. Установлена закономерность снижения уровня звукового давления на территориях, расположенных вблизи железнодорожных путей.

The article presents an original mathematical model for research of a sound propagation radiated by a source of finite length in the form of finite number of point sources. A quasicylindrical character of sound waves propagation is proved. The law of decrease in sound pressure level in territories near to railroad lines is established.

Одними из основных источников шума в городах являются железнодорожные поезда и метропоезда на открытых участках. Характер излучения звука такими объектами не соответствует модели как цилиндрического, так и сферического источника. В данном случае, чтобы приблизить математическую модель к реальному излучению звука такими источниками, надо учесть, что излучатели имеют конечную длину.

Рассмотрим такой источник как ряд конечного числа точечных источников звука, которые колеблются синфазно и расположены на одной прямой линии на определенном расстоянии друг от друга [1, 2]. Будем считать, что расстояние между любыми двумя источниками звука одно и то же, обозначим его l . Если число точечных источников обозначить n , то длина группового источника звука будет $(n-1) \cdot l$.

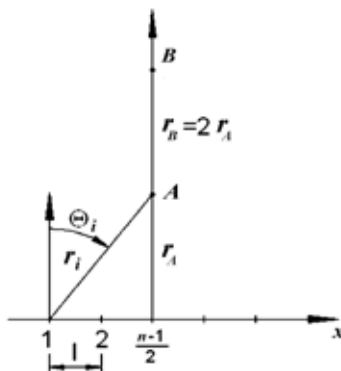


Рис. 1

Примем прямую, на которой расположены точечные источники, за ось абсцисс x . Каждый источник обозначаем последовательно слева направо числами от 1 до n .

Рассмотрим плоскость, которая проходит через точку $[0,5 \cdot (n-1) \cdot l; 0; 0]$ и является перпендикулярной оси x (рис. 1).

Звуковое давление на поверхности единичного сферического источника звука с радиусом r_0 обозначаем p_m . Тогда звуковое давление в произвольной точке A , которая находится на расстоянии r от центра источника, будет

$$p_A = \frac{r_0 p_m}{r} e^{j(\omega t - kr)}, \quad (1)$$

где j – имажинерная единица; $\omega = 2\pi f$ – угловая частота; $k = 2\pi/\lambda$ – волновое число; $\lambda = c_0/f$; f – частота.

Звуковое давление в точке A (рис. 1) равняется сумме звуковых давлений, которые создаются всеми отдельными точечными источниками [1, 2]:

$$p_A(X_A, r_A) = \sum_{i=1}^n \frac{r_0 p_m}{r_i} e^{j(\omega t - kr_i)},$$

где $r_i = \sqrt{[(i-1)l]^2 + r_A^2}$ – расстояние от точки A до i -го источника.

Применим формулу Эйлера

$$e^{ja} = \cos a + j \sin a,$$

получаем:

$$p_A(X_A, r_A) = r_0 p_m \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i} \cos(\omega t - kr_i) + j \sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i} \sin(\omega t - kr_i) \right]. \quad (2)$$

Тогда

$$|p_A(X_A, r_A)| = r_0 p_m \sqrt{\left[\sum_{i=1}^n \frac{\cos(\omega t - kr_i)}{r_i} \right]^2 + \left[\sum_{i=1}^n \frac{\sin(\omega t - kr_i)}{r_i} \right]^2}. \quad (3)$$

Для определения влияния времени t запишем:

$$g(t) = 2 \left[\sum_{i=1}^n \frac{\cos(\omega t - kr_i)}{r_i} \right]^2 + \left[\sum_{i=1}^n \frac{\sin(\omega t - kr_i)}{r_i} \right]^2. \quad (4)$$

Продифференцируем выражение (4) по t :

$$\begin{aligned} g'(t) &= 2 \left[\sum_{i=1}^n \frac{\cos(\omega t - kr_i)}{r_i} \right] \cdot \sum_{i=1}^n \frac{-\sin(\omega t - kr_i)}{r_i} \omega + \\ &+ 2 \left[\sum_{i=1}^n \frac{\sin(\omega t - kr_i)}{r_i} \right] \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\cos(\omega t - kr_i)}{r_i} \omega = \\ &= 2\omega \left\{ - \left[\sum_{i=1}^n \frac{\cos(\omega t - kr_i)}{r_i} \right] \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sin(\omega t - kr_i)}{r_i} + \right. \\ &\quad \left. + \left[\sum_{i=1}^n \frac{\sin(\omega t - kr_i)}{r_i} \right] \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\cos(\omega t - kr_i)}{r_i} \right\} = 0 \end{aligned}$$

Следовательно, функция (3) не зависит от времени t . Таким образом, можем записать $t = 0$ и формула (3) принимает вид:

$$|p_A(X_A, r_A)| = r_0 p_m \sqrt{\left[\sum_{i=1}^n \frac{\cos kr_i}{r_i} \right]^2 + \left[\sum_{i=1}^n \frac{\sin kr_i}{r_i} \right]^2}. \quad (5)$$

После преобразовании получаем:

$$\begin{aligned} |p_A(X_A, r_A)| &= r_0 p_m \sqrt{\left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{\cos kr_i}{r_i} \right)^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\cos kr_i}{r_i} \sum_{m=i+1}^n \frac{\cos kr_m}{r_m} + \right. \\ &\quad \left. + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sin kr_i}{r_i} \right)^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\sin kr_i}{r_i} \sum_{m=i+1}^n \frac{\sin kr_m}{r_m} \right]} = \\ &= r_0 p_m \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i^2} + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{m=i+1}^n \frac{1}{r_i r_m} \cos[k(r_i - r_m)]}. \quad (6) \end{aligned}$$

Тогда для уровня звукового давления получаем:

$$L = 20 \lg \frac{|p_A|}{p_0} = 20 \lg \frac{r_0 p_m \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i^2} + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{m=i+1}^n \frac{1}{r_i r_m} \cos[k(r_i - r_m)]}}{p_0} \quad (7)$$

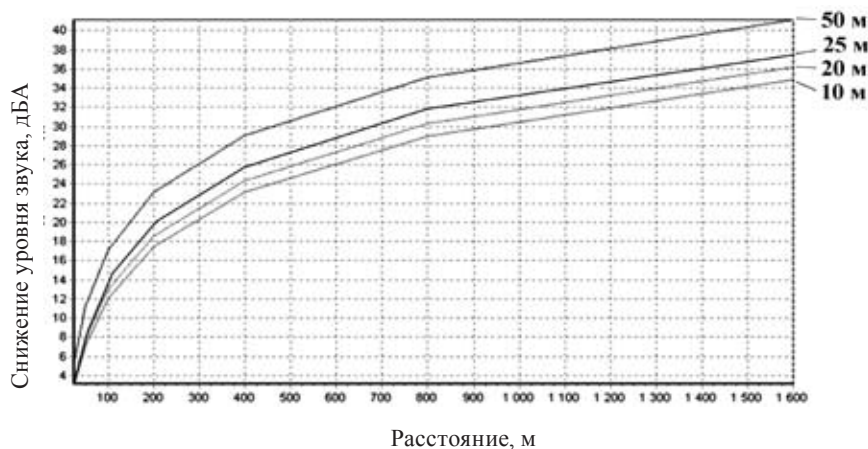
Для исследования характера распространения звука, излучаемого источником конечной длины, рассмотрим уровень звукового давления и в точке B с координатами X_A и $2r_A$. Для расчета снижения уровня звукового давления получаем:

$$\begin{aligned} \Delta L &= 20 \lg \frac{|p_A(X_A, r_A)|}{p_0} - 20 \lg \frac{|p_B(X_A, 2r_A)|}{p_0} = 20 \lg \frac{|p_A(X_A, r_A)|}{|p_B(X_A, 2r_A)|} = \\ &= 20 \lg \frac{\left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i^2} + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{m=i+1}^n \frac{1}{r_i r_m} \cos[k(r_i - r_m)]} \right\}_A}{\left\{ \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i^2} + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{m=i+1}^n \frac{1}{r_i r_m} \cos[k(r_i - r_m)]} \right\}_B}, \quad (8) \end{aligned}$$

где индексами A и B обозначено, что все расстояния в скобках вычислены соответственно до точки A и точки B .

На основе формулы (8) составлена программа Space QC Lim для расчета снижения уровня звукового давления, излучаемого источником конечной длины [3].

Величина снижения звукового давления ΔL при разных параметрах (l, n) группового источника звука конечной длины в зависимости от расстояния r по его оси симметрии, вычисленная по этой программе, показана на рис. 2 и 3.



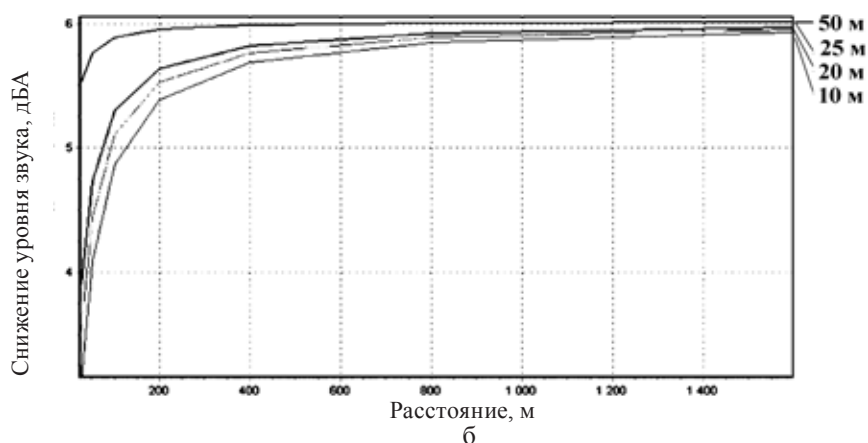


Рис. 2. Снижение уровня звука источника конечной длины при различных расстояниях между единичными источниками и при константном числе этих источников ($n=20$): a – абсолютное; $б$ – относительное

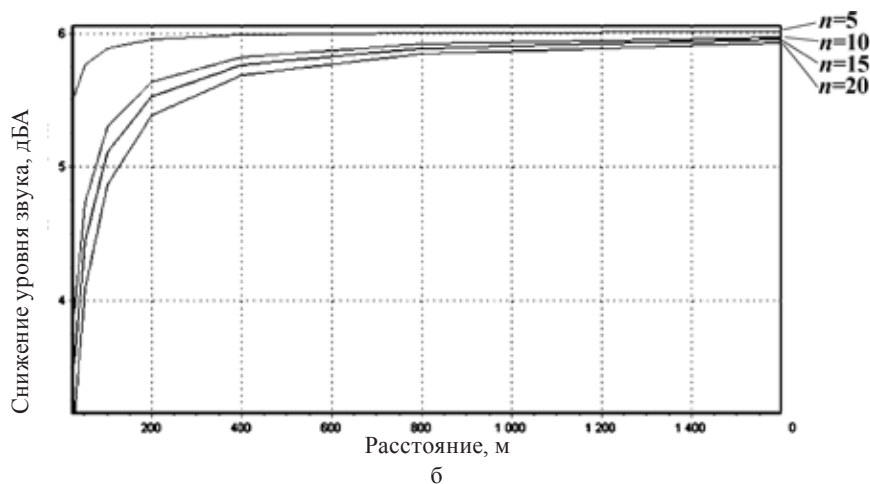
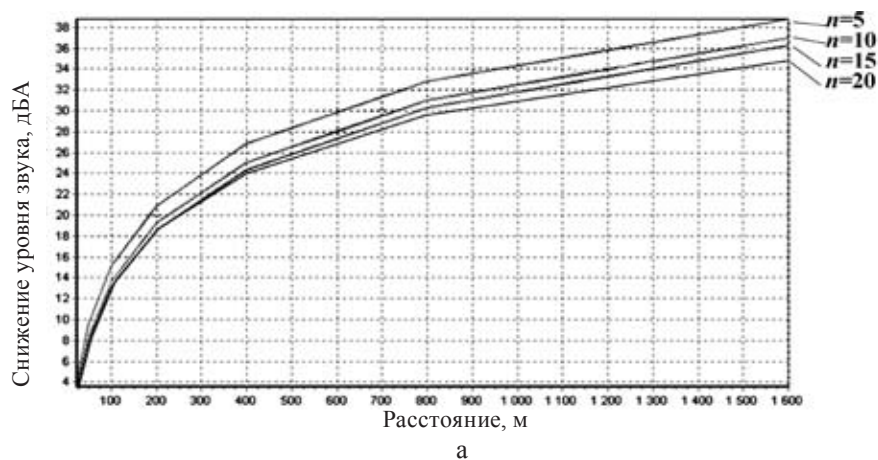


Рис. 3. Снижение уровня звука источника конечной длины при различном числе источников n и при постоянном расстоянии между ними ($l = 20$ м): a – абсолютное; $б$ – относительное

Практический интерес представляет сравнение результатов, полученных по формуле (8), с полученными по формуле (9) [4]:

$$\Delta L_{pac} = 10 \lg \left(\frac{\arctg \frac{l}{2r_0}}{r_0} \right) - 10 \lg \left(\frac{\arctg \frac{l}{2r}}{r} \right) = 10 \lg \left(\frac{r}{r_0} \frac{\arctg \frac{l}{2r_0}}{\arctg \frac{l}{2r}} \right). \quad (9)$$

Как видно из рис. 4 и 5, характер снижения уровня шума приблизительно одинаковый. Разница в абсолютных значениях снижения уровня шума, рассчитанных по двум формулам, составляет 2 дБА. При этом результат по формуле (9) выше, чем по формуле (8). В формуле (9) рассматривается линейный источник звука конечной длины. В формуле (8) принята модель комплексного излучателя конечного числа точечных источников, которая ближе к реальным источникам.

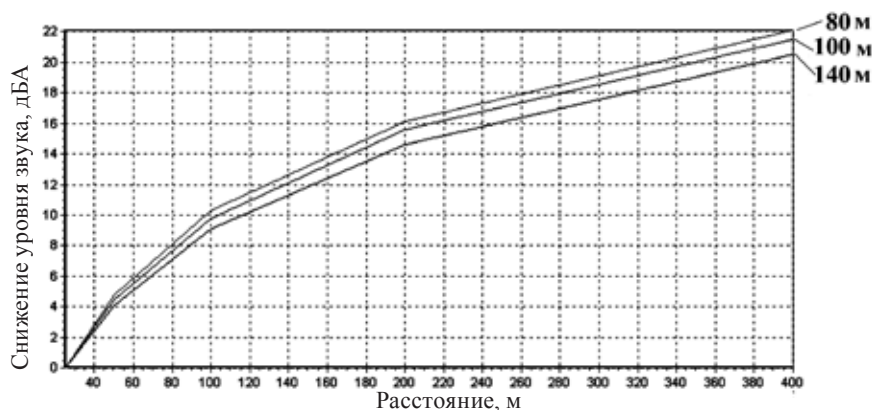


Рис. 4. Снижение уровня шума, рассчитанное по формуле (9)

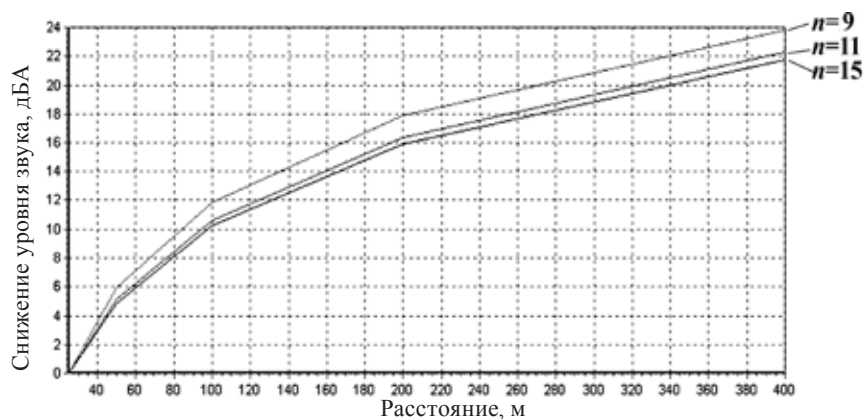


Рис. 5. Снижение уровня шума при длине комплексного точечного источника соответственно 80, 100, 140 м

В специальной литературе [1, 2] величины параметров, входящих в формулу (2), принято выражать через независимую переменную θ :

$$p_A(X_A, r_A) = \sum_{i=1}^n \frac{r_o p_m}{r_i} e^{j[\omega t + (i-1)kl \sin \theta_i]}, \quad (10)$$

где θ_i – угол между нормалью к линии источников и направлением i -го точечного источника звука до рассматриваемой точки A (рис. 1).

$$\theta_i = \arctg \frac{(n-1)l}{2r_A}; r_i = \frac{r_A}{\cos \theta_i}.$$

После аналогичных преобразований для уровня звукового давления получаем под квадратным корнем в формуле (7) следующие суммы:

$$\sum_{i=1}^n \cos^2 \theta_i + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \cos \theta_i \cos \theta_j \cos \left\{ kl \left[(i-1) \sin \theta_i - (j-1) \sin \theta_j \right] \right\}.$$

Это выражение на порядок сложнее, чем суммы в формуле (7). Считаем, что первый подход более рациональный, поскольку не зависит от неоднозначности функции \arctg при определенных значениях угла θ_i .

Анализ теоретических исследований дает возможность сделать следующие выводы:

1. Уровень звукового давления при константных величинах p_o и p_m зависит от волнового числа k и расстояния r от источника звука до расчетной точки, но не зависит от времени t .

2. Уровень звукового давления на расстоянии r от комплексного источника звука, состоящего из конечного числа точечных источников, расположенных на прямой линии, зависит от числа этих источников n и расстояния между ними l .

3. При удвоении расстояния уровень звука снижается с 3 до 6 дБ. На расстояниях, соизмеримых с длиной $2(n-1)l$, снижение уровня звукового давления при удвоении расстояния составляет 3–5 дБ. После определенного расстояния величина этого снижения асимптотично приближается к 6 дБА. Это свидетельствует о квазицилиндрическом характере излучения звука источником конечной длины.

4. При моделировании характера распространения звука, излучаемого источником конечной длины, более рационально в соответствующих формулах использовать координатное выражение параметров, чем их выражение в зависимости от угла θ_i .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вълчев, И. Электроакустика / И. Вълчев. – София : Техника, 1975. – 356 с.
2. Скучик, Е. Основы акустики / Е. Скучик. – М. : Мир, 1976. – 544 с.
3. Николов, Н. Д. Лицензия и Сертификат на программы Space QC, Space QC Lim, Space QC 2. / Н. Д. Николов. – София, 2008.
4. СП 23-104-2004. Оценка шума при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов метрополитена : утв. Госстроем Рос. Федерации : дата введ. 09.03.04. – М.: ГУП ЦПП, 2004. – 63 с.

© Н. Д. Николов, И. Л. Шубин, 2010

Получено: 25.01.2010 г.

УДК 711.424

Е. Г. ЛАПШИНА, канд. арх., доц., зав. кафедрой основ архитектурного проектирования

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ОБРАЗА ГОРОДА ВО ВРЕМЕНИ

ГОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Россия, 440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, д. 28.

Тел.: (841) 249-59-29; факс: (841) 249-72-77; эл. почта: elenlaps@sura.ru

Ключевые слова: архитектурный образ, исторический город, этапы развития, панорама, ансамбль, архитектурная деталь.

Key words: architectural image, historical city, period of development, panorama, ensemble, architectural detail.

В статье рассматривается проблема изменения архитектурного образа города на разных этапах его развития. Разбирается пример исторического города Поволжского региона – Пензы, дается сравнительный анализ образа для городов Поволжья, Европы и Азии (на примере Японии).

The article discusses the problem of city architectural image change on different stages of its historic development. Penza city is given as an example. This city is in Russia and in Volga River Region. Its architectural image is analyzed in comparison with Russian, European and Japanese cities.

Город, как любой живой организм, проходит несколько стадий в своем развитии. На каждом этапе он имеет определенное «лицо» или образ. В статье сделана попытка определить составляющие образа города на протяжении его жизни. Далее рассматривается исторический город Среднего Поволжья – Пенза.

Целью статьи стало исследование закономерности изменения образной составляющей городского организма и определение характерных признаков, определяющих архитектурный образ города на каждом этапе его развития.

Анализ историко-культурной (идеально-событийной) и архитектурно-градостроительной (материально-пространственной) составляющих города – задача автора.

Образ города – понятие, на первый взгляд, расплывчатое. Существует ли понятие «образ» для таких развивающихся социальных единиц, как сообщество, город, страна, и как такую единицу можно характеризовать? Ответ на этот вопрос искал в своей работе «Образ города» К. Линч и определил его как обобщенную мысленную картину или карту окружающего мира [1].

В предлагаемом исследовании сделана попытка увидеть архитектурный образ города, во-первых, в историческом ракурсе и, во-вторых, – в сравнении его с другими городами.

Историческая ретроспектива – этапы развития города. Для выделения возрастных периодов города будем отталкиваться от основного предмета исследования – архитектурно-образной составляющей города. Она включает в себя, согласно концепции К. Норберг-Шульца [2], ориентацию как функцию в системе пространственных ориентиров и идентификацию как узнаваемый характер среднего наполнения, позволяющий определить индивидуальный образ.

Город Пенза за почти 350 лет своего существования прошел несколько этапов исторического развития.

1. *Эпоха крепости «Пенза» и деревянного города.* Крепость была заложена в 1663 г. на границе Российского государства для отражения набегов кочевников. На первом этапе город представлял собой деревянный тын, поставленный на земляной вал, обнесенный рвом (рис.1). За крепостной стеной располагались рубленный из дерева собор, а также несколько служб, в которых хранилась казна и располагались служилые люди с воеводой. Ворота прорублены в двух стенах крепости – северной и южной, надстроены проездными башнями, башнями укреплены и углы крепости.

Практически одновременно с войском осваивать край пришли монахи. Было заложено несколько мужских монастырей. Один из них расположился в некотором отдалении. Монастырский скит был населен староверами и по приказу Петра I к концу XVII века стерт с лица земли. От его хозяйства остался лишь каскад прудов да расчищенное в Ахунском лесу, снабжавшем корабельными сонами императорский флот, место для полевых работ.

Другой монастырь был ископан под взгорком, на котором ставили крепость. В нем была срублена деревянная церковь во имя Преображения Господня, как называли и монастырь. Так начинал осваиваться русскими и христианской культурой «дикий» край непроходимых лесов, искони принадлежавший мордовскому народу с его языческой культурой, священными дубовыми рощами.

Крепость обрастала слободами ремесленного и торгового люда. Вдоль тракта, ведущего к Москве, образовалась главная улица города – Спасская (ныне Московская). Город наполнился церквями. Около северных ворот была срублена церковь во имя Святителя Николая. По направлению к югу от других ворот – церковь во имя Покрова Пресвятой Богородицы. Город избами сбегал со взгорья к реке. В низине поставили церковь во имя Всемилоственного Спаса.

Река Сура и ее приток – река Пенза были судоходны. Сохранился план (рис. 2), зарисованный путешественником Олеарием [2], передвигавшимся вдоль большого водного пути по реке Волге и ее притокам, каковым является р. Сура, и зарисовка панорамы города (рис. 3), сделанная А. И. Свечиным в 1764 г. [3].



Рис. 1. План крепости Пенза. 1663 г.

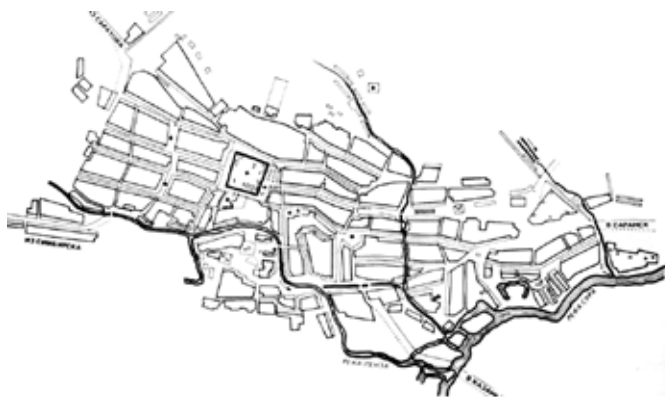


Рис. 2. План города Пензы, зарисованный Олеарием. XVII в.



Рис. 3. Гравюра вида Пензы с рисунка А. И. Свечина. 1764 г.

2. *Эпоха Пензы каменной – города храмов.* Первый каменный дом, построенный в Пензенском крае в начале XVII в., был в усадьбе Радищевых. Строились в это время каменные храмы и в городе. В Пензе перестраивается в камне в 1735–1750 гг. Преображенский собор мужского монастыря у подножия крепости. Однако гора под давлением верхнего города оползла и засыпала ископанные братией в ее откосе кельи. Тогда монастырь перебрался на другой берег реки, оставив церковь для прихода.

Деревянный город часто горел. Поэтому вслед за первыми каменными храмами были перестроены и другие, рубленные ранее из дерева. Новые храмы стали доминантами города, определяя его силуэт. Они обозначены на планах города (рис. 4, 5). В 1800–1824 гг. был выстроен каменный Спасский кафедральный собор на месте бывшего деревянного, располагавшегося в крепости.

Город стал красив и благолепен. Далеко над рекой раздавался в праздники колокольный звон, плывущий на правобережье, где раскинулись рощи и кущи. Там было организовано Нижнее гуляние для горожан. Верхнее гуляние, расположенное на горе, постепенно было превращено в городской парк.

Пенза, выросшая среди густых, смешанных лесов, всегда была зеленым городом. Чистый воздух и красивые виды (рис. 1 цв. вклейки) на реке удивляли, одухотворяли горожан [4].

Дворянское общество вело светскую жизнь, достойную провинции. Здесь блистали поэты Денис Давыдов и Николай Огарев, начинал свой творческий путь Михаил Лермонтов, несколько лет губернаторствовал М. М. Сперанский, фактически пребывая в «почетной» ссылке.

В таком образе Пенза развивалась вплоть до начала XX века. Социальная революция 1917 г. пришлось на пору культурного расцвета города. Здесь сложилась музыкальная и театральная культура, была открыта художественная школа, при ней – музей с богатой коллекцией полотен, в том числе – прославлявших красавицу Пензу. Теперь город приобрел свой новый образ, отличающийся от прежнего.

3. *Эпоха Пензы индустриальной – город заводов и фабрик.* Промышленное развитие страны, вступившей на новый путь технических, экономических и социальных реформ, Пензу не миновало. Во время II Мировой войны в город было эвакуировано несколько заводов, что способствовало техническому развитию. Рабочие, которые понадобились для их обслуживания, стекались из пригородов. Город быстро увеличивался в размерах. Вслед за промышленным ростом последовал рост числа высших и средних специальных учебных заведений для подготовки квалифицированных кадров. В эту эпоху город стал обрастать корпусами заводов и фабрик, трубами и вышками, которые стали новыми высотными ориентирами (рис. 2 цв. вклейки). Нарастали линии путепроводов (рис. 6) и железных дорог, станции которых отмечены вертикальными доминантами –



Рис. 4. План города Пензы. 1735 г.



Рис. 5. План города Пензы.
Конец XIX – начало XX вв.



Рис. 6. Вид г. Пензы сверху.
Путепровод. XX в.



Рис. 7. План центра г. Пензы.
Современное состояние. 2009 г.

водонапорными башнями. Для стремительно растущего населения города требовалось жилье. Типовые серии жилых домов сделали Пензу похожей на множество советских городов середины XX века (рис. 3 цв. вклейки). В городе появились типовые кинотеатры, типовой дом правительства.

Новый образ железобетонного города кардинально отличался от Пензы каменной, с классицистической архитектурой ансамбля центральной площади. Многие церковные здания были порушены или перестроены под клубы и дворцы «новой культуры». От «старого» города оставалось все меньше площадей, улиц и проулков – сохранившаяся историческая застройка показана на плане центральной части города (рис. 7). Но город сумел сберечь свое главное богатство – зеленые массивы. На месте старых сносимых домов тут же вырастали скверы, клумбы. Пенза считалась тогда одним из самых чистых городов Поволжья.

4. Эпоха Пензы современной – какая она?

На рубеже XX–XXI веков Пенза опять преобразается. С одной стороны, ее исторический облик блекнет и стирается, поскольку становятся все тоньше те «кольца», по которым можно еще узнать кое-где Пензу деревянную или каменную. Памятники деревянного зодчества в историческом центре единичны. Архитектура храмов несколько оживлена частичной реконструкцией некоторых зданий сохранившихся церквей. Заводские комплексы и примыкающие к ним

жилые массивы приходят в запустение и постепенно разрушаются. Реставрация и реконструкция с бережным сохранением историко-культурной среды затронула лишь некоторые участки исторического центра города.

В городе стали появляться новые торгово-развлекательные и офисные центры (рис. 4, 5 цв. вклейки). Особенно быстро растут общегородские спортивные сооружения, олимпийские аллеи и ФОКи (рис. 6 цв. вклейки). Вероятно, зеленое поле и микросквер скоро будут тем полноценным композиционным центром, вокруг которого сгруппируется современная жилая единица. В средневековом городе таким центром была приходская церковь, в новом индустриальном – школа. Теперь на роль планировочного центра жилой единицы претендует открытое зеленое пространство. Своеобразный зеленый фильтр становится в техногенном городе некой экологической нишей.

Представляется, что образ зеленого города, города-курорта в средней полосе России наиболее близок провинциальной Пензе сегодня. Однако расширить сеть зеленых поясов города, поддержав его исконный образ лесистого места на холмах, у реки, - еще не значит спасти его свежесть и красоту. Реальной угрозой является комбинат по переработке химических отходов, возведенный в ближайшем пригороде.

Географическая панорама – градостроительные аналогии. Пенза и исторические города Среднего Поволжья. В общих чертах город Пенза прошел те же этапы развития, что и другие крупные города Среднего Поволжья. Например, Саратов и Самара начинались с крепостей (рис. 8, 9, 10). В Пензе частично сохранился крепостной вал. Оставшиеся фрагменты «временных колец» Пензы деревянной, храмовой необходимо, как нам представляется, сохранить, чтобы наделить исторической памятью то место, откуда «пошел» город.

В облике поволжских городов поэтапно можно обнаружить некоторые типичные черты – доминирующие в рядовой застройке храмы с их колокольнями (рис. 7 цв. вклейки), регулярность планировки исторического центра. Новое же изображение каждого города индивидуален. Так, Самара, став сегодня крупнейшим региональным центром, приобретает черты образа столичного города (рис. 8, 9 цв. вклейки). Пенза и Саратов к такому типу не относятся.

Пенза и исторические города Европы. Европейские города в гораздо большей степени насыщены архитектурной средой исторических комплексов, поддерживающихся в хорошем состоянии. Часто центр города практически полностью сохраняет свой образ многовековой давности. Такие города выглядят как музеи под открытым небом (рис. 10, 11 цв. вклейки) и привлекают массы туристов. В центре Флоренции и Венеции, Зальцбурга чувствуешь себя погруженным в глубь истории.



Рис. 8. Вид крепости Саратов. XVII в.



Рис. 9. Вид крепости Самары. XVII в.



Рис. 10. Вид центральной части города Самары. XIX в.

Более мягкий климат европейской природы не нанес ощутимый урон архитектуре этих городов. Однако разрушения российских городов, расположенных в европейской части, обусловлены не только суровым климатом географического места, но и слишком «мягкой» законодательной базой по охране памятников истории и культуры.

В Европе проблема сохранения историко-культурного наследия решается на высоком уровне. В то же время, конференция, проведенная по этой теме ЮНЕСКО [5], показала появившиеся тенденции уважения суверенитета каждой страны, которая вправе решить сама, в какой архитектурной среде жить дальше. Попытки сохранения ее культурного и историко-архитектурного наследия извне считаются недопустимыми.



В России сегодня на правительственном уровне принято решение сохранять по возможности историко-культурное наследие [6]. Однако выполнение этого решения на местах затруднительно. Обстоятельств несколько. Первое – в провинции нет достаточно квалифицированных кадров, чтобы в полной мере проводить реставрацию и реконструкцию архитектурных памятников. Второе – в местном бюджете, как правило, недостаточно средств для проведения такой широкомасштабной операции. И третье – не всем и не всегда понятно, зачем это нужно делать. Молодому поколению, которое сегодня обживает город, более правильным представляется создавать современную качественную архитектуру.

Итак, достичь европейского уровня сохранения образа исторического города на сегодня нам не удастся.

Пенза и исторические города Азии. Культура азиатских стран – это особый мир. Посмотрим на современные города самой восточной страны – Японии. Городу Токио, имперской столице, около 150 лет. Он насыщен в своей центральной части массивами небоскребов (рис. 12 цв. вклейки). Однако между ними открываются лакуны зеленых насаждений. В историческом центре за плотной высотной современной застройкой расположены императорские сады. В их глубине, за широким рвом с водой, за каменными оградами находится резиденция правителя, насыщенная зданиями, выполненными в традиционной японской технике строительства (рис. 13 цв. вклейки). Императорские сады обегает спортивная дорожка, по которой ранним утром приятно сделать пробежку. Таких зеленых «пятен» в городе несколько.

Подобным образом, в окружении садов и парков существуют уже много веков храмы и монастыри Киото, прежней столицы страны восходящего солнца. Историческая застройка на улицах этого города мирно уживается с современной. Все бережно сохраняется, приведено в хорошее состояние и выглядит красиво, ухожено.

Выводы. Пенза как российский город занимает промежуточное положение между западной и восточной оконечностями евразийского континента, а также – между западной и восточной культурами населяющих его народов. Несмотря на идущий процесс глобализации, отраженный в облике современных городов, их новых жилых и промышленных районов, они все же отличаются по характеру, по духу. Их оригинальный образ определяется в основном застройкой исторического центра.

Итак, главным свойством архитектурного образа города является его яркая индивидуальность, неповторимость. Город должен выглядеть красивым, быть ухоженным, бережно сохраняющимся. Здесь должна быть выстроена хорошая система архитектурных ориентиров – высотных точек или открытых мест – площадей и скверов, садов с особым, отличающимся от окружения характером. Это правило должно быть выполнено на всех уровнях архитектурно-пространственной системы исторического города. Принято выделять три уровня [1] – целостный уровень панорамного видения, средний при восприятии архитектурного ансамбля или здания и, наконец, – архитектурную среду города, наполненную мелкой пластикой поверхности земли и фасадов зданий, малыми архитектурными формами, зелеными насаждениями и пр. Нам представляется, что для современного города существует еще один – четвертый уровень, который определяет динамический образ города и складывается в процессе движения

внутри городской среды. Он характеризуется как визуальный коллаж и имеет определенное «разрешение»: например, детали и фактуры средовых поверхностей не воспринимаются при передвижении на высоких скоростях, а силуэты застройки не видны с близких точек зрения и т. д.

Таким образом, город в целом воспринимается в динамике и в раскрывающихся панорамах, силуэтах. Его композиционные центры совмещены с общественными, значимыми – сакральными центрами, в которых воплощен дух города, его характер. Наконец, важное, но часто недооцениваемое нами значение имеет деталь городской среды: от общественных мест улиц и площадей до интерьеров каждого дома.

Поскольку в результате каждый житель города «лепит» его своими руками, мостит и озеленяет, насыщает его материальную основу, исходя из внутренних потребностей, определяемых в конечном итоге его культурным уровнем, он создает образ города – общего места обитания. Город в целом получает неповторимый образ и становится своего рода архитектурным феноменом, явлением материальной культуры, специфически присущей определенному сообществу, социуму, народу, в данном месте, в настоящее время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Линч, К. Образ города / К. Линч; пер. с англ. В. Л. Глазычева; подред. А. В. Иконникова. – М. : Стройиздат, 1982. – 328 с.
2. Norberg-Schulz, C. Phenomenon of Place / C. Norberg-Schulz // Architectural Association Quarterly. – 1976. – № 4. – Р. 3–10.
3. Градостроительство Московского государства XVI-XVII веков / НИИ теории архитектуры и градостр-ва; под общ. ред. Н. Ф. Гуляницкого. – М. : Стройиздат, 1994. – 318 с. : ил.
4. Иванисов, М. Пенза [Поэтическое описание города в 60-70 гг. XIX века и сатирические очерки купеческого быта] / М. Иванисов; авт.-сост. А. Н. Филимонов. – Пенза, 1997. – 96 с.
5. Щукин, С. И. Губернский город Пенза на старых фотографиях (конец XIX – начало XX веков / С. И. Щукин, А. И. Дворжанский, В. С. Щукин. – Пенза, 1999. – 200 с.
6. The Image of Heritage/ Changing Perception – Permanent Responsibilities (Florence, 6-8 march). – 2009.
7. Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации [Электронный ресурс] : постановление правительства Рос. Федерации от 26.04.2008 N 315. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.

© **Е. Г. Лапшина, 2010**

Получено: 05.03.2010 г.

УДК 72.01

К. В. БУРЛАКОВ, аспирант кафедры градостроительства

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА КАК РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАДИГМЫ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ-ИНФОРМАЦИИ

ГОУ ВПО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 242-17-84;
факс: (846) 332-19-65; эл. почта: sgasu@sgasu.smr.ru

Ключевые слова: топологическая архитектура, парадигматический сдвиг, биозооморфизм, нелинейность, складка.

Key words: topological architecture, paradigmatical shift, biozoomorphism, non-linearity, fold.

В статье рассматривается появление топологического подхода в архитектуре в результате изменения парадигмы пространства-времени-информации, экспоненциально возрастающего научного и технического знания; нестабильности современной жизни и потери традиционных, духовных и человеческих ценностей. Как в такой ситуации должен проектировать архитектор пространство для быстроизменяющейся, хаотической среды? Что должно послужить основой, которая поможет нам развернуть процесс нашей жизни и проектирования на качественно новом уровне?

In the article consider the emergence of a topological approach in architecture as a result of the space-time-information paradigm change, an exponential increasing scientific and technical knowledge; instability of the modern life and a loss of a spiritual and human values. How shall architect to design a space for a rapid changed, chaotic environment in this situation? What must served as a base, that help us to fold process of the our life and design on a qualitatively new level?

Архитектура всегда служила хранителем знаний и достижений цивилизации, в народной архитектуре это были знания работы и жизни в природе и рядом с природой, использование естественных природных материалов и способов работы с ними.

Хайдеггер в своей статье «Строить, жить, мыслить» вывел «четверицу» – модель жизни человека по отношению к богу, в которой ясно определил место и установленный порядок вещей (рис. 1, 1), в то же время подчеркнув появление нежилых, общественных пространств, активно вторгающихся в городскую ткань [1, с. 123].

Однако бурный рост городов, изменение социальных и политических устоев, отказ от церковных догм разрушили многовековую традицию, сместили ценностные ориентиры к новым идеалам, новым способам взаимодействия с окружающей средой. В связи с развитием технологии дом не строится, а производится, при этом используются самые последние достижения в области информационного обеспечения, производства искусственных строительных материалов и философских концептов.

Кристофер Норберг Шульц в последней главе своего труда «Дух места» («Genius Loci») высказывает идею утраты своеобразие в среде городов [2], застроенных монотонными объемами. Все его размышления о характере застройки городов сводятся к идее о том, что красота и функциональность были утрачены в результате вытеснения природного окружения искусственной средой городов. Городская среда вытеснила природное окружение монотонными структурами,

появившимися в результате упрощения архитектурного объекта до его сути – конструкции, в процессе развития философской концепции Пита Мондриана [3], и ее использования Мисом ван дер Роэ.

За довольно небольшой промежуток времени произошло изменение в характере зданий (появление нежилых строений) и их строительстве – от хаотического строительства шалашей и пещер до выявления модернистской решетки и топологической нелинейности (рис.1, 2).

Модернистская решетка, по Чарльзу Дженксу [4], несет основу для строительства концентрационных лагерей и отвергается в пользу новой религии Гайи, живой Земли; топологических техник формообразования.

Отечественный историк и теоретик архитектуры И. А. Добрицына также соглашается с подобными выводами [5] о сдвиге от классического к топологическому осознанию и формированию пространства.

В соответствии с основной концепцией авторов книги “The Metapolis of Advanced Architecture” сама эпоха начала XXI века носит топологический характер ее осознания [6, с. 629]. Что имплицитруется этим утверждением? И какое влияние это оказывает на проектирование?

Топологическая эпоха – это переход от мира естественного (с естественным рождением, ростом и развитием) к миру дигитально-топологическому, наблюдению процессов роста и развития в цифровом виде; в наше время ученые имеют возможность не только наблюдать возможные явления в виртуальном времени и пространстве, но и «прокручивать» – ускорять, замедлять, возвращать изменения.

Таким образом меняется парадигма пространства-времени-информации, что, в свою очередь, изменяет стратегию проектирования, технологии и техники ведения строительства и инструменты, с помощью которых архитекторы ведут работу [6, с. 626].

Объектом проектирования становится в большинстве случаев не архитектурная структура, построенная на основе прямолинейных композиционных осей и направляющих, а некое информационное поле-оболочка, в котором свободно располагается множество разнофункциональных уровней, которые соединены между собой таким образом создавая повышенную плотность. Проектирование начинается не с решений планировочных поэтажных планов, а скорее с создания пластилиновой дигитально-топологической трехмерной формы, из которой начинают прорасти щупальцеобразные ответвления – входы, световые колодцы, коридоры, соединяющие самоподобно разнородные пространства.

В результате мы видим рождение нового типа описания пространства вокруг нас, где в связке время-пространство появляется новый компонент – информация, который активно взаимодействует с первыми двумя. Чтобы через это могли быть представлены столь сложные компоненты в пространстве, необходимо вспомнить о новом топологическом рассмотрении пространства, которое как раз помогает решить проблему представления информации и ее движения во времени. Исследование геометрии с точки зрения изменения ее информационных составляющих во времени подводит нас к идее использования топологии.

Топология – это ответвление математики, которое исследует свойства геометрических форм, основанных на непрерывных деформациях (трансформациях). Две формы топологически эквивалентны, если одна из них может быть получена из другой, изгибая или растягивая ее поверхность (рис. 1, 3) без вы-



резаний или сминаний. В результате – как замечает Антонио Джуарез в своем эссе о Ле Риколансе – «топология названа геометрией резинового полотна, потому что в нем и квадрат трансформируется в круг, и сфера эквивалентна кубу, но не кольцу тора. Идеи открытости, близости (рис. 1, 4), соединенности (рис. 1, 5), разрывности являются центральными для этой дисциплины».

Притягательной стороной топологии является ее комплексное определение и рекурсивная логика. Это ее возможное определение в разнообразных конфигурациях и эластичных движениях, которые расширяются не только к силам, которые действуют на структуры сами, но также к невыраженным явно соединениям, произведенным внутри и среди них, посредством различных сцепляющих уровней, утвержденных собой, ссылаясь на паттерны, одновременно групповые и способные к искажению.

Симуляция эволюции таких структур (ассоциированных с геометрическим определением динамических процессов) возможна через модели и карты, которые репродуцируют их гипотетические движения через числовые и генерируемые компьютером комбинации (то есть цифровые представления конечных наборов траекторий) благодаря достижениям в информационных и вычислительных технологиях.

В этих движениях каждый мгновенный результат (каждой конкретной конфигурации) утверждает себя как симуляцию «других возможных» комбинаций: выбранная траектория содержит в себе кодификацию альтернативных «других возможных» движений – возможно подобных, но неопределимых.

Топология исследует свойства объектов независимо от их размера и формы. Она имеет дело со свойствами, которые не имеют какой-либо определенной величины. Изучает все мыслимые формы – абстрактные, многомерные – так же, как их непрерывность, удлинение и сжатие. Геометрическая топология временна, в отличие от греческой геометрии, где каждая форма есть тень неизменяемого математического идеала. Топология относится к изменению и эволюции форм как к необходимым характеристикам их понимания и классификации. В то время, как классическая геометрия говорит о сторонах и вершинах и обращает внимание на каждый элемент изолированно, топология говорит отверстиями-перфорациями и рассматривает соединение между объектами в качестве более важной части нежели сами объекты.

Таким образом, дигитально-топологические опыты вносят новые идеи относительно пространства – с одной стороны, открытость (на четко определенные, запрограммированные виды), с другой стороны, свернутость – все природное стремится ко все большей энергоэффективности и конструктивности, что достигается отходом работы конструкций как набора отдельных частей в сторону конструктивной работы единой целой оболочки.

Топологический подход в архитектуре использует всевозможные стили и направления, созданные до него, соединяя результаты в причудливые, неожиданные решения, совмещая несовместимые на первый взгляд вещи, по-новому оценивая результаты прошедших архитектурных опытов, как например в проекте Рейзера и Умемото дома Сагапоньяк, в котором модернистские прямоугольные объемы плавно перетекают один в другой диверсифицирующимися движениями.

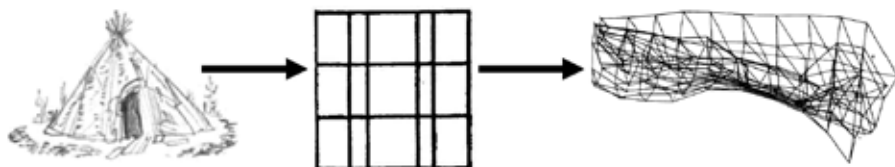
При этом архитекторы используют разные тактики формирования «кожи» здания (в соответствии с техниками 3D моделирования поверхности):

1 Природа – Четверица – Шестерица



Поле
всевозможных
парадигм

2



3



4



5



6



7



Рис.1: 1 – изменение традиционного мировосприятия «четверицы» по Хайдеггеру; 2 – переход от строительства из естественных материалов к жесткой модернистской сетке и снова стремление к запрограммированной нелинейности; 3 – топологические математические опыты; 4 – морфинг поверхности в бутылку Клейна; 5 – движения внутри сложной структуры; 6 – паттерны Вороного; 7 – биоморфные фракталы

- паттерн Вороного [7] (математическая модель поверхности живого организма) как отображение живого организма (рис.1, 6);
- треугольные криволинейные поверхности, полученные делением сглаженного полигона на составляющие его треугольники;
- прямоугольные самоподобные фрагменты (полигональные);
- «биоморфные хаотически-самоподобные» [8] паттерны (рис.1, 7);
- «load»-морфные – в соответствии с работой конструкции (подобные проекты делают инженерно-конструкторские бюро и архитекторы Рейзер и Умемото).

Эта архитектура в практической реализации имеет такие непосредственные материальные воплощения как:

а) объекты «паутина-грибок» представляют собой самые сложные объекты с точки зрения топологической архитектуры. Архитектор Питер Макапия [9] предлагает такие пространственные полупрозрачные структуры-облака (рис. 2, 1), которые «залипают» между небоскребами;

б) постройки, использующие био- и зооморфные стратегии формообразования, например, здание выставочного зала «Кунстхаус» в Граце, 2003, арх. Питер Кук, Колин Фурнье (рис.2, 2, 3);

в) «чистые» топологические формы, использующие ленту Мебиуса, бутылку Клейна или тор в качестве паттерна и вырастающие в соответствии с диаграммами движения потоков людей, машин, солнца или внутренней топологии: проект национальной библиотеки в Астане [10] (рис. 2, 4), проект дома Natural Ellipse, дизайнер: Masaki Endoh, расположение: Shibuya, Tokyo, Japan (рис. 2, 5).

Произошедший переход от мира ценностей мифических божеств, различных религиозных конфессий и далее, через отказ от какой-либо божественности, привел человечество к осознанию ценностей космогенеза (космических ценностей, общечеловеческих ценностей космического порядка). Это, в свою очередь, сформировало «чистое» направление в искусстве – неопластицизм, идеи которого постулировали использование только прямых линий под прямым углом и только чистых цветов – красного, желтого и синего.

Последовавший за этим бурный рост городов усвоил основные идеи неопластицизма, воплотив их в упорядоченную застройку уже в архитектурной практике.

Накопление информации, множественные игры с правильной прямоугольной формой исчерпали себя, ускоряющееся время жизни людей не соответствовало пространственной реализации городской планировки.

Деконструктивистские приемы смешения множества составляющих архитектурного проекта, иронический подход к формированию пространства, являясь «гребнем промежутка», породили игровые методы создания архитектуры; диагональ как ключевой момент деконструктивизма позволил снять на время вопрос скорости, однако не отменил его полностью.

Но как смешать множество составляющих, создать дигитальную эклектику? Криволинейные формы и, в частности, архитектурная протоформа «складка» по своей сути отражают, с одной стороны, искаженное видение мира, с другой стороны, метафорически обыгрывают само непонимание мира, возрастание сложности, невозможность проследить дальнейший ход событий, а в конечном счете позволяют связать множество разнородных компонентов, избавиться от скучного пересчета конструктивных элементов, создавая новую эстетику и динамику в архитектуре (в этом они становятся подобными растительному и животному миру).

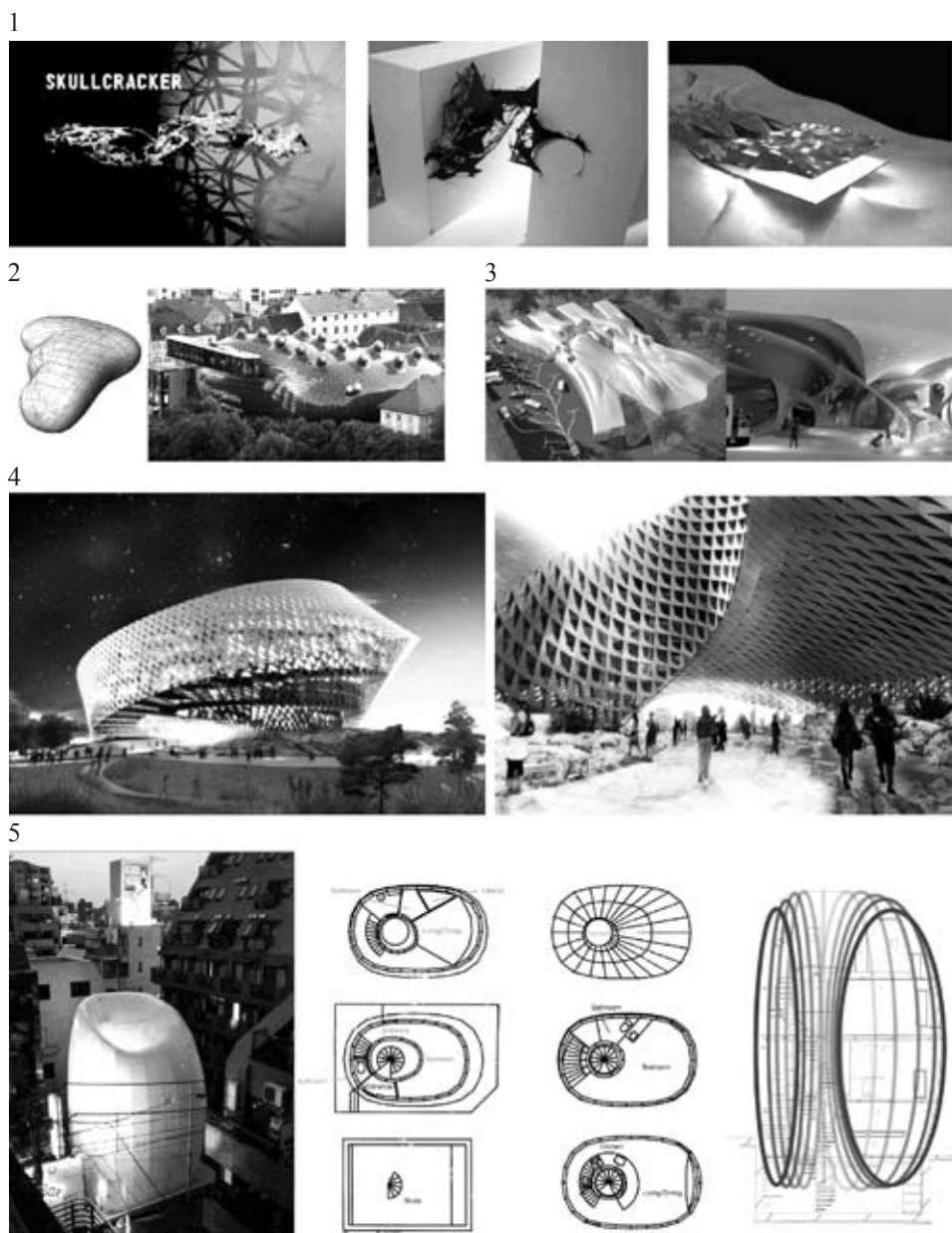


Рис. 2: 1 – объекты «паутина-грибок» арх. Питера Макапия; 2 – 3D проформа и фото музея в Грааце, арх. Колин Фурнье; 3 – SoftOffice, Стратфорд на Эйвоне, Великобритания, архитектурная группа NOX; 4 – проект национальной библиотеки «New» в Астане, Казахстан; 5 – дом «Natural ellipse» в Токио, Японии, арх. Масаки Эндо, Икеда Масахиро



Топологический подход в архитектуре и дизайне позволяет создавать «сложную простоту» («сложность простоты») – делать одновременно сложные геометрии и в то же время простые криволинейные формы.

Нелинейные поиски задают новый вектор цивилизационного развития, по новому ставят вопрос существования природы и технологии, объединяя их в единый паттерн, с одной стороны, привлекающий точный математический расчет, с другой стороны, использующий в своей основе био- и зооморфную эстетику (стратегию построения формы).

Сакральность бытия, присущая архитектуре до начала XX века, была нарушена, все в определенной форме стало слишком упрощенным на вид. Это явилось дополнительным стимулом к усложнению формы, попытке создания сакральности внутри нее.

Заключение:

Несмотря на возможные проблемы развития топологической архитектуры, мягко абсорбирующей все предметы, технику, медиа и все то, что сейчас активно внедряется в построение искусственной жизни, в которой человек начинает терять человеческое, с опорой на компьютеризированное проектирование, развитие технических приспособлений и всего техницизированного мира, человечество сможет решить стоящие перед ним вопросы и в любом случае останется естественным с точки зрения своей природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Heidegger, Martin. «Poetry, language, thought», Harper Colophon books, Harper & Row, Publishers / Martin Heidegger. – New York : Hagerstown ; San Francisco, London : Building Dwellings Thinking, P. 143–163.
2. Norberg Schulz, Christian. Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture / Christian Norberg Schulz // Rizolli. – 1991. – P. 216.
3. Неопластицизм [Электронный ресурс] портал: «Википедия – свободная энциклопедия». – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Неопластицизм>. – Дата обращения : 01.12.2009.
4. Jencks, Charles. The architecture of the jumping universe: How Complexity Science is Changing Architecture and Culture // Academy Editions. – 1997. – P. 176.
5. Добрицына, И. А. От постмодернизма к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки / И. А. Добрицына. – М. : Прогресс–Традиция, 2004. – 416 с.
6. Metapolis Dictionary of Advanced Architecture: City, Technology and Society in the Information Age // Actar. – 2003. – P. 688.
7. Диаграмма Вороного [Электронный ресурс] портал: «Википедия – свободная энциклопедия». – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Диаграмма_Вороного. – Дата обращения : 01.12.2009.
8. Страшная сказка про биоморфа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.infocom.uz/2005/02/03/strashnaya-skazka-pro-biomorfa/>. – Дата обращения : 01.12.2009.
9. Блог Peter Macapia/LabDORA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.petermacapia.com/blog/>. – Дата обращения : 01.12.2009.
10. National Library in Astana, Kazakhstan / BIG [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.archdaily.com/33238/national-library-in-astana-kazakhstan-big/>. – Дата обращения : 01.12.2009.

© К. В. Бурлаков, 2010

Получено: 15.12.2009 г.



УДК 711.424(470.341)+72.3

А. С. ШУМИЛКИН, аспирант кафедры архитектурного проектирования

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ НАСЛЕДИЕ НИЖНЕГО НОВГОРОДА КОНЦА XVIII – СЕРЕДИНЫ XIX ВЕКОВ

ГОУ ВПО «Нижегородский архитектурно-строительный университет»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37;

факс: (831) 430-19-36; эл. почта: nir @nngasu.ru

Ключевые слова: градостроительство, планировочная структура, классицизм, архитектурный ансамбль, Нижний Новгород.*Key words:* town-building, urban fabric, classicism, architectural ensemble, Nizhniy Novgorod.

Статья посвящена анализу градостроительных изменений, произошедших в Н.Новгороде в конце XVIII – середине XIX столетий. Исследуются этапы планировочных изменений, связанные с общей тенденцией развития эпохи классицизма в России. Выявляются особенности классицистического подхода в создании общей градостроительной системы и отдельных архитектурных ансамблей.

The article is devoted to the analysis of town-building changes which were taking place in Nizhniy Novgorod in the end of XVIII- middle XIX centuries. The author analyzes the stages of changes connected to the common tendency towards developing epoch of classicism in Russia. Some particular features of the classical approach to the general town-building system and individual architectural ensembles are revealed.

Во внешней политике Российского государства вторая половина XVIII века отмечена многими победами, что закрепило ее международный авторитет. Это отразилось на появлении нового стиля в архитектуре. В значительной степени это было связано со строительным размахом на огромных просторах России, в ходе которого застройка многих губернских городов нуждалась в более рационалистической архитектуре. Эталоном такой архитектуры стал классицизм. Распространяющийся новый стиль отличался простотой и одновременно монументальностью. Его распространение постепенно шагнуло за рамки столицы в отдаленные уголки России – в провинции (слово «провинция» по словарю В. И. Даля трактуется как «нестоличность»). Провинциальные центры все активнее вовлекались в экономическое, общественное и культурное обновление. Это в полной мере коснулось и Н. Новгорода.

Утвержденная в 1762 году Комиссия о каменном строении Санкт-Петербурга и Москвы под руководством И. И. Бецкого разработала планировки 24 провинциальных городов, в том числе и Н. Новгорода. Планы этих городов отражали новую тенденцию планировки на основе преимущественно регулярной прямоугольной сетки улиц с четким выявлением торговых, административных и общественных центров. Старые русские города не соответствовали такому идеалу, поэтому внимание к улице сказывается во многих документах того времени. В записке И. И. Бецкого о плане Твери (первого из перестроенных русских городов) специально объясняется, что «регулярство, предлагаемое при строительстве города, требует, чтобы улицы были широки и прямы».

Одна из существенных тенденций в градостроительстве конца XVIII века – возрастание роли ориентиров в пространстве города. Новая роль планировки в



композиции, возросшее композиционное значение чисто пространственных построений отразились на градостроительной роли архитектурных доминант вместе с общей тенденцией к регулярности [1].

Регулярный план Н. Новгорода, разработанный А. В. Квасовым в 1770 году, был характерным для классицизма конца XVIII века, но практическое его осуществление началось только в 80-х годах XVIII века, когда Н. Новгород стал центром наместничества, и продолжалось в течение нескольких десятилетий. В этот период произошли самые существенные изменения в застройке города: формирование регулярной планировочной структуры с лучевой системой улиц, обращенной к кремлю, прокладка основных съездов, формирование новой застройки кремля и Благовещенской площади. Над созданием этих ансамблей трудились как столичные зодчие – А. Захаров, О. Монферран, А. Бетанкур, так и местные архитекторы – Я. Ананьин, А. Леер, И. Ефимов, Г. Кизеветтер и др.

Градостроительная концепция классицизма, заложенная в этот период, имела, безусловно, прогрессивный характер, существенно преобразивший облик Н. Новгорода. Остановимся подробнее на выявлении градостроительных изменений, которые произошли в Н. Новгороде на рубеже XVIII–XIX веков, а также в первой половине XIX века.

Как уже отмечалось, кардинальные изменения в структуре города начались после принятия первого регулярного плана, высочайше утвержденного в 1770 году. По описанию плана территория города разделялась на две части: собственно город – напротив кремля и предместья – «позади оного». Внешние границы кварталов внутри города предполагалось обстроить сплошной лентой каменных домов, за образец которых была принята застройка Твери. Новый план был типичен для своего времени. В нем нашла выражение градостроительная концепция классицизма конца XVIII века. При этом автор, безусловно, ориентировался на исторически сформировавшуюся городскую структуру. Центром города продолжал оставаться кремль, в котором намечалось строительство крупных административных корпусов [3]. Основные направления старых городских улиц были сохранены: Алексеевская, Б. Покровская, Варварская были ориентированы на Дмитровскую башню кремля, Печерская, Рождественская, Ильинская улицы должны быть застроены по красным линиям, что придавало им совершенно иной архитектурный облик. Перед кремлем разбивалась большая трапециевидная Благовещенская площадь. Между Варварской и Алексеевской улицами были построены три каменных здания почтовой конторы и здание семинарии. Боковые линии площади вплоть до XIX века сохраняли старую частную застройку (рис. 1 цв. вклейки).

Новый план предполагал почти полный снос рядовой застройки при сохранении основных градостроительных доминант – культовых зданий. В частности, одна из вновь прокладываемых улиц должна была объединить три главные архитектурные доминанты города: Спасо-Преображенский, Архангельский и Благовещенский соборы. Намеченная Квасовым широкая Рождественская улица, протянувшаяся вдоль берега от кремля до Благовещенского монастыря, прокладывалась таким образом, чтобы каждая из пяти церквей, выходила на ее красные линии. В результате улица получала незначительные изломы. Практическое осуществление плана Квасова, развернутое уже после 1779 года, продолжалось много лет, что способствовало тому, что новый классицистический план все более органично связывался со сложившейся местной ситуацией. Город приобрел

целостную композицию, а спрямленные улицы получили новые площади, которые формировали новые архитектурные ансамбли. Развитие вновь создаваемой градостроительной структуры города нашло отражение в высочайше утвержденных планах 1804, 1824 и 1839 годов. В результате заложенная А. В. Квасовым планировочная структура уплотнялась, а город в целом постепенно увеличивал свои размеры.

Особенно значительный импульс к развитию получил Н. Новгород благодаря перенесению в 1817 году ярмарки из Макарьева на стрелку Оки и Волги. В 1818 году началось сооружение одного из самых крупных ансамблей эпохи классицизма. Спроектированный А. Захаровым и О. Монферраном и осуществленный А. Бетанкуром, он оказал существенное влияние на развитие города. Ярмарка стала главным местом притяжения всей жизнедеятельности города, который в определенном смысле превратился в ее придаток. Именно благодаря Нижегородской ярмарке Н. Новгород получил всемирную известность. Это обусловило значительную активность строительства в нижней части города. На Рождественской улице возводились усадьбы знатных промышленников Строгановых, Голицыных, а также местных купцов – Переpletчивых, Пятовых, Абмелек-Лазоревых и др. В результате к середине XIX века Рождественская улица полностью была застроена каменными зданиями, в то время как главная городская улица – Б. Покровская – лишь частично.

Повышение престижа Н. Новгорода в середине XIX века стимулировало производство крупных работ по благоустройству и озеленению города. В 1834 году Николай I, приехавший в Н. Новгород, повелел на бровке Волжского откоса устроить набережную, на которой должно было вестись только каменное строительство. Николай I поручил нижегородскому губернатору в этой части города, откуда открывался великолепный вид на Заволжье, возвести несколько общественных зданий и разбить сад. Так началось формирование Верхневолжской набережной и Александровского сада. Одновременно с этим были организованы Казанский, Георгиевский и Похвалинский съезды [4].

В результате перечисленных градостроительных преобразований в 40-х годах XIX столетия в структуре Н. Новгорода завершилось пространственное формирование нескольких городских площадей, основанных на принципах классицизма [2]. К ним относятся Благовещенская, Плац-парадная в кремле, Софроновская, Нижне-Благовещенская (предмостная) площади, а также Соборная и Главная ярмарочная в системе ансамбля Нижегородской ярмарки (рис. 2 цв. вклейки).

Главная площадь города Благовещенская (ныне площадь Минина и Пожарского) была сформирована зданиями гимназии, почтовой конторы, торговых лавок и семинарии. В центре площади были сохранены Благовещенский собор и церковь Алексея Митрополита. К середине XIX века Благовещенская площадь представляла собой интереснейший архитектурный ансамбль в центральной части города. Следует отметить, что интерес представляет также квартал, образованный прилегающими улицами. Своеобразие кварталов, формируемых улицами Б. Покровской, Варварской и Осыпной (ныне Пискунова) состояло в том, что они примыкали к Благовещенской площади и находились в непосредственной близости к кремлю. В этих кварталах полностью реализовался проектный замысел А. В. Квасова по застройке центральных улиц города. Некоторые из зданий, сохранившиеся на указанных улицах, относятся к редким примерам провинциального классицизма. В анализе указанного квартала значительный инте-



рес представляет также исследование влияния образцовых проектов на развитие застройки улиц, что отражает ту сложную систему взаимодействия внутриквартальных территорий, которая характерна для усадебного типа архитектуры эпохи классицизма (рис. 3 цв. вклейки).

Что касается отдельных архитектурных объектов, входящих в упомянутый городской квартал периода классицизма, необходимо отметить, что часть из них сохранилась. К ним можно отнести здания семинарии, дворянского собрания, здания дворянского Александровского института, дома Костромина, Княгининского, Эвениуса, а также здание общественных торговых лавок, выходящих на бывшую Благовещенскую площадь.

Здание нижегородской семинарии было построено по проекту А. Л. Леера в 1827 г. Это здание с восьмиколонным портиком в полной мере соответствовало монументальному характеру архитектуры классицизма и соответствовало образу общественного здания, расположенного в непосредственном соседстве с кремлем.

Дворянский Александровский институт представляет собой комплекс зданий. Проект перестройки здания первоначально поручили архитектору А. Л. Лееру, но позднее фасады здания выполнил архитектор А. А. Пахомов (1844–1848 гг.). Здание с лаконичной классицистической отделкой фасада, украшенного лепным фризом, сохранилось. Оно масштабно улице и организует торжественное начало радиальной ул. Варварской.

Здание дворянского собрания имеет важное градостроительное положение — на пересечении улиц Б. Покровской и Пискунова (бывшей Осыпной). Угловое положение здания определило его архитектуру, главным акцентом которой стал торжественный 4-колонный портик ионического ордера с фронтоном. Боковой фасад, выходящий на ул. Б. Покровская, отмечен колоннадой с лоджией. Проект здания разработал И. Е. Ефимов в 1822 г. Все здание (1826), выполненное в лучших традициях архитектуры классицизма, придает улице торжественный, парадный облик.

Здание общественных торговых лавок изначально задумывалось как один из элементов вновь создаваемой Благовещенской площади. Фасады корпуса разработал И. Е. Ефимов. В 1836 году началось его строительство, которое завершилось в 1843 году. Архитектура здания проста, пропорциональна и оформлена лаконичными деталями обрамления окон и небольшими ризалитами. Особенностью его были наружные открытые галереи (ныне заложенные).

Дом Костроминых относится к одной из старейших построек Н. Новгорода — конец XVIII века. Дом построен по проекту Я. А. Ананьина и расположен в начале ул. Б. Покровской. Двухэтажное здание с симметричной композицией фасада отмечено в центральной части 4-колонным портиком дорического ордера. Первоначально с двух сторон дома располагались два двухэтажных флигеля, которые еще больше усиливали четкую симметричную композицию городской усадьбы.

Все перечисленные здания сохранились с некоторыми изменениями, продолжают выполнять свою важную градостроительную роль и создают уникальное своеобразие и колорит улицы времени классицизма.

В заключении необходимо отметить, что этап, рассматриваемый в статье, представляет особый интерес в изучении архитектурно-градостроительного развития Н. Новгорода. Значение его состоит в том, что именно в этот период про-

изошли самые существенные планировочные изменения, повлиявшие на общее развитие города и определившие его облик. Неповторимое географическое положение, живописность Н.Новгорода, соединенная с классицистическими принципами урегулирования, создали уникальность нашего города, его своеобразие и неповторимость. Отдельные памятники архитектуры стали украшением города и являются редким примером провинциального классицизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко, И. А. Исторический путь развития Нижнего Новгорода / И. А. Бондаренко, С. М. Шумилкин // Архитектурное наследство. – 1988. – № 35. – С. 3-13.
2. Шумилкин, А. С. Формирование городских площадей Нижнего Новгорода конца XVIII-XIX веков / А. С. Шумилкин // Сборник трудов аспирантов и магистрантов. Архитектура. Экология. - Н. Новгород, 2009. – С. 117-121.
3. Агафонов, С. Л. Нижегородский кремль / С. Л. Агафонов. – Горький : Волго-Вят. кн. изд-во, 1976. – 136 с.
4. Бубнов, Ю. Н. Архитектура Нижнего Новгорода середины XIX-начала XX века / Ю. Н. Бубнов. – Н. Новгород : Волго-Вят. кн. изд-во, 1991. – 176 с.

© А. С. Шумилкин, 2010

Получено: 12.02.2010 г.

УДК 726.711 + 72.07(470.341-25)

Д. В. УШАНКОВ, магистрант кафедры архитектурного проектирования;
А. В. ЛИСИЦЫНА, канд. арх., доц. кафедры архитектурного проектирования

КОЛОКОЛЬНЯ ГОРОДЕЦКОГО ФЕОДОРОВСКОГО МОНАСТЫРЯ В ТВОРЧЕСКОМ НАСЛЕДИИ АРХИТЕКТОРА А. К. НИКИТИНА

ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
факс: (831) 430-17-83; эл. почта: arch@nngasu.ru

Ключевые слова: архитектура, колокольня, монастырь, церковь, часовня.

Key words: architecture, belfry, monastery, church, chapel.

Статья посвящена анализу характерных особенностей творческого почерка первого нижегородского епархиального архитектора А. К. Никитина. Подробно рассмотрено наиболее значительное сооружение зодчего – колокольня Городецкого Феодоровского монастыря, построенная в 1900-х гг.

The article is concerned with analysis of the artistic heritage of A. K. Nikitin, the first architect of the Nizhny Novgorod Eparchy. His most important construction – the Belfry of the Feodorovsky Monastery in Gorodets – erected in the 1900s is considered in detail.

Правительственным указом от 26 мая 1890 г. в России была учреждена должность епархиального архитектора. Первым штатным архитектором Нижегородской епархии стал А. К. Никитин, служивший в 1882–1890 гг. младшим архитектором Нижегородской городской управы. В обязанности епархи-

ального архитектора входило выполнение проектов на строительство и ремонт культовых зданий и сооружений на территории всей Нижегородской епархии [1]. Среди построек А.К. Никитина в Нижнем Новгороде – дом Георгиевского братства с часовней Владимирской (Оранской) иконы Божьей Матери, часовня во имя великомученицы Варвары, часовня Спасского Свято-Троицкого монастыря. Известны и работы зодчего за пределами губернского города – это церковь Александра Невского в селе Львовка Лукояновского уезда [2], Сергиевская церковь в селе Павлово Горбатовского уезда [3], Алексеевская церковь в селе Зиняки, Благовещенская церковь в селе Митрофаново и колокольня Городецкого Феодоровского монастыря (три последних – Балахнинского уезда).

Сравнительный анализ архитектуры вышеназванных сооружений позволяет выявить характерные особенности творческого почерка А. К. Никитина. Это подчеркивание темы горизонталей в композиции сооружений, тиражирование в разном масштабе одних и тех же архитектурных деталей, использование декоративных свойств лицевой кирпичной кладки в сочетании с белыми или серыми деталями, отлитыми из цемента, обращение к национальному русскому стилю.

Дом Георгиевского братства (ул. Пискунова, 38) был построен в 1902 – 1903 гг. [4]. Г-образное в плане здание, поставленное вдоль улицы, выполнено в русском стиле. Главный фасад имеет симметрично-осевую композицию, его фланги подчеркнуты двумя массивными крыльцами, перекрытыми крестовыми сводами. Фасад равномерно расчленен лопатками. Широкие горизонтальные пояса, украшенные ширинками и рядами сухариков, проходят в уровне всех межэтажных перекрытий. Ширина поясов уменьшается снизу вверх – от цокольного этажа к венчающему карнизу. Этот ритм, дополненный уменьшением расстояний между поясами, придает зданию тектоническую выразительность. В декоративном убранстве фасадов из лекального и тесаного кирпича применен прием повторения и масштабирования небольшого числа элементов. Это неглубокие квадратные и прямоугольные ширинки в украшении лопаток и фриз, профилированные карнизы с сухариками, полубалясины, полуциркульные и килевидные обрамления проемов. Наблюдается постепенное нарастание детализации снизу вверх, к венчающему карнизу (при этом масштаб деталей уменьшается и увеличивается их пластическая выразительность), что придает массивному объему здания торжественный и нарядный вид. Часовня с восточной стороны дома выполнена по типу восьмерика на четверике и увенчана низким шатром с двумя ярусами декоративных кокошников в основании и небольшой луковичной главой на восьмигранном барабане с тонкой шейкой. Со стороны уличного фасада к четверику примыкало утраченное ныне крыльцо, перекрытое крестовым сводом, как и крыльца дома. Сходные объемы крылец подчеркивали принадлежность обоих зданий к единому ансамблю. Свод крыльца часовни, в отличие от крылец дома, опирался на пластически выразительные кувшинообразные столбы. Особое значение придается теме горизонталей, которые четко читаются на фасадах часовни, подчеркивая структуру ее объемного построения. Угловые лопатки четверика и пояс под карнизом украшают квадратные ширинки – детали, примененные и на фасаде дома (рис. 1 цв. вклейки).

Две часовни в Нижнем Новгороде, предположительно выполненные по проектам А. К. Никитина, фиксируют исторические границы города в XVI – XVIII вв.; они отмечают места, где в линии внешних крепостных сооружений находились ворота – Варварская и Ильинская решетки [1, с. 54,58]. Часовня Ягодинского

Введенского монастыря (ул. Варварская, 36а) была возведена в 1898–1899 гг., часовня Спасского Свято-Троицкого монастыря (ул. Ильинская, 86) – в 1911 г. [5]. Обе часовни имеют схожее объемное построение – восьмерик на четверике, увенчанный шатром с небольшой луковичной главой на восьмигранном барабане. Архитектура этих сооружений навеяна образцами русского зодчества XVII в. В декоративном убранстве использован лекальный и тесаный кирпич. Композиция фасадов построена на соединении двух тем – горизонтальных поясов и килевидных или фигурных кокошников. По центру фасадов четверика каждой из часовен располагаются проемы с полуциркульными завершениями. Обрамления этих проемов прерывают карниз четверика и переходят на восьмерик. Данный прием «перетекания» объемов, получивший наиболее яркое выражение в часовне на ул. Ильинской, не характерен для произведений А. К. Никитина, который обычно подчеркивал объемную структуру здания горизонтальными членениями. При несомненной общности композиционного и образного решения, каждая из часовен имеет свой неповторимый облик (рис. 2 и 3 цв. вклейки).

Еще один храм, связанный с именем А. К. Никитина, – церковь Святого Алексия, митрополита Московского, в селе Зиняки Городецкого района. Известно, что архитектор осуществлял надзор за ее строительством [6]. Есть основания предполагать, что он был и автором проекта. Церковь, построенная в 1900–1913 гг., расположена в центре поселения. Западным фасадом она обращена к главной площади, восточным фасадом примыкает к территории сельского кладбища. Архитектура Алексеевской церкви выдержана в русском стиле. Она имеет симметрично-осевое построение: вдоль единой продольной оси запад – восток располагаются притвор, храмовая часть и алтарь. Над притвором возвышалась четырехъярусная колокольня, увенчанная крупной луковичной главой (в настоящее время утрачена). В объеме храма центральная часть выделена двухъярусным четвериком, который увенчан пятью главами (угловые главы находятся над углами верхнего четверика). Здесь также прослеживаются все, присущие творчеству А. К. Никитина, черты: возможность быстрого считывания логики построения объемной композиции за счет четкого разделения между составными геометрическими объемами здания; большая значимость темы горизонталей, расстояние между которыми уменьшается в верхних ярусах; использование характерных деталей (квадратных ширинок на лопатках и поясах, рядов декоративных кокошников); уменьшение масштаба конструктивных элементов и архитектурных деталей снизу вверх. Особенностью церкви является невыразительность и плоскостной характер деталей в верхних ярусах храма и колокольни. Очевидно, это было связано с недостатком средств на строительство (рис. 4 цв. вклейки).

Возведение церкви Благовещения Пресвятой Богородице в селе Митрофаново (ныне – деревня Митрофаново Городецкого района) также происходило под надзором А. К. Никитина [7]. Вероятно, он являлся и автором проекта, на это косвенно указывают характерные для творчества зодчего архитектурные формы и композиционные приемы. Церковь, построенная в 1898 – 1901 гг., в настоящее время находится в руинированном состоянии. Сохранились лишь храмовая часть и алтарь, лишенные кровель. Пока не найдено ни проектных чертежей, ни исторических фотографий, дающих полное представление о первоначальном облике церкви. Однако, судя по сохранившимся частям, можно предположить, что она имела распространенную симметрично-осевую композицию; ее архитектура была выдержана в русском стиле. К квадратному в плане четверику храма при-

мыкает уступающий ему по высоте алтарь, имеющий трехчастное построение с прямоугольными объемами по бокам и пятигранной апсидой в центре. Объем четверика над основным карнизом завершен аттиковым поясом из декоративных килевидных кокошников. Углы четверика акцентированы лопатками с рядом квадратных ширинок. Такие же лопатки делят боковые фасады четверика на три прясла. По центру каждого прясла размещены высокие арочные проемы окон и дверей, обрамленные наличниками с небольшими килевидными выступами. Проемы расположены в нишах со ступенчатым завершением. Вероятно, храм имел четырехскатную крышу и был увенчан пятиглавием, по аналогии с Алексеевской церковью села Зиняки (рис. 5 цв. вклейки).

Среди культовых сооружений, выполненных по проектам А. К. Никитина, особое место занимает колокольня Городецкого Феодоровского монастыря, построенная в 1900-х гг. [8]. Колокольня была разрушена в 1930-х гг.; однако о ее облике можно судить по сохранившимся фиксационным чертежам и фотографиям (рис. 6 цв. вклейки).

В 1890-е гг. Феодоровский монастырь активно развивался и приобретал все более широкую известность; это было связано с активной деятельностью настоятеля, архимандрита Феодосия, и причастностью монастыря к приближающемуся всероссийскому празднику – 300-летию царствующего дома Романовых. Согласно устойчивой церковной традиции, с Городцом и Феодоровским монастырем связывалось происхождение чудотворной иконы Феодоровской Божьей матери, которой был благословлен на царство основатель династии Михаил Романов. Поэтому в монастырском комплексе, доселе неприметном и камерном, появилась необходимость изменений, которые бы отразили возросшую значимость Феодоровского монастыря для Городца, Нижегородской губернии и России в целом. Такую перемену в облик монастыря внесла каменная пятиярусная колокольня высотой около 60 м (37 саженей) [8, с. 94]. Это сооружение было самым высоким не только в Городце, но и во всей Нижегородской епархии. Благодаря этому монастырь стал активно участвовать в речной панораме поселения, объединяя полицентричную застройку Городца. Своей мощной вертикалью он утвердил главенство монастыря в системе высотных доминант – церквей и часовен, став объединяющим элементом панорамы села с Волги.

Отдельно стоящая колокольня, выполненная в русском стиле, расположена на продольной оси теплой соборной церкви Святого благоверного князя Александра Невского. Западная стена нижнего четверика, в которой имелся сквозной арочный проем, являлась продолжением западной монастырской стены. Все ярусы колокольни, кроме верхнего, имели форму квадратных в плане четвериков, которые последовательно уменьшались снизу вверх. Каждый ярус отделялся жесткой горизонталью карниза, что придавало сооружению тектоническую ясность и выразительность. Лишь над третьим и четвертым ярусами карнизы разрывались небольшими аттиками. Каждый ярус имел высокие сквозные арочные проемы с полуциркульными перемычками. Объем колокольни был увенчан крупной луковичной главой на цилиндрическом барабане. В целом колокольня имела центрическую композицию; исключение составлял лишь нижний ярус, фасады которого были не равнозначны. Главным из них являлся западный фасад с тройным окном над проездной аркой. Восточный фасад был украшен менее богато; на месте тройного окна располагался проем с полуциркульным завершением. Северный и южный фасады были вовсе лишены декора.

В декоративном убранстве колокольни из лекального кирпича зодчий вновь применил излюбленный прием повторения и масштабирования отдельных элементов. Это квадратные и прямоугольные ширинки, украшающие лопатки и карнизы, полуциркульные и килевидные завершения проемов, фестоны, сухарики, кувшинообразные столбики-балахины. До третьего яруса набор деталей, имеющих плоскостной характер, оставался одинаковым, но изменялся их масштаб и количество. Начиная с четвертого яруса детали становились более рельефными и пластичными. Нижние и верхние объемы объединялись единой системой ярко выраженных горизонталей. Контраст крупного плоскостного декора в нижнем четверике и более мелкого, рельефного, в верхних ярусах создавал впечатление торжественности и парадности [9]. Большая высота колокольни выделяла монастырь среди окружающей застройки, отмечая его духовную и социальную значимость.

С точки зрения архитектуры монастырского ансамбля в целом, колокольня имела одну особенность, которую невозможно не отметить, – ее масштаб не соответствовал масштабу окружающих построек. Это наводит на мысль о том, что в начале XX в. в комплексе Городецкого Феодоровского монастыря были задуманы преобразования, которые должны были значительно изменить его облик. Отсутствие декора на северном и южном фасадах колокольни и размещенные на них дверные проемы в двух уровнях говорят о предполагавшейся пристройке к этим фасадам двухэтажных корпусов. Это подтверждает и изображение монастыря начала XX в. на обороте Феодоровской иконы Божьей Матери; там к колокольне с северной и южной сторон примыкают два двухэтажных корпуса. Однако, эти планы не были осуществлены из-за событий 1917 г. В 1927 г. монастырь был закрыт, а впоследствии практически до основания разрушен [10].

Проанализировав ряд построек А.К. Никитина, необходимо сделать вывод, что колокольня Городецкого Феодоровского монастыря была самым масштабным и значительным сооружением в творческом наследии архитектора на Нижегородской земле. Колокольня была спроектирована по устоявшимся правилам, выработанным зодчим за годы его практической деятельности. Здесь использованы те же приемы, что и в других его постройках. В этом сооружении нашли свое отражение все характерные черты, присущие авторскому стилю архитектора А. К. Никитина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филатов, Н. Ф. Нижний Новгород. Архитектура XIV – начала XX в. / Н. Ф. Филатов. – Н. Новгород : Нижегород. новости, 1994. – 246 с.
2. Кагоров, В. М. Научная методика при восстановлении памятников архитектуры культового назначения в Нижегородских усадьбах / В. М. Кагоров // Приволжский научный журнал. – 2009. – № 1 (9). – С. 128–133.
3. ЦАНО. Дело по отношению Нижегородской Духовной Консистории об утверждении чертежей на постройку храма в с. Павлове Горбатовского уезда. – Центр. архив Нижегород. обл. Ф. 5. Оп. 50, 1903 г. Д. 16075.
4. Драницын, Н. И. Адрес-календарь Нижегородской Епархии на 1904 год / Н. И. Драницын. – Н. Новгород, 1904. – С. VII – XVI.
5. Государственные списки памятников истории и культуры Нижегородской области по состоянию на 01.01.2000 : каталог. – Н. Новгород, 2001. – 385 с.
6. ЦАНО. Дело по отношению Нижегородской Духовной Консистории об утверждении чертежей на постройку храма в с. Зинякове, Семеновского уезда. – Центр. архив Нижегород. обл. Ф. 5. Оп. 50, 1899 г. Д. 14462.



7. ЦАНО. Дело о постройке храма в селе Митрофанове Балахнинского уезда. - Центр. архив Нижегород. обл. Ф. 570. Оп. 559, 1897 г. Д. 80.

8. История Феодоровского Городецкого монастыря (Нижегородской губернии) и построение в Санкт-Петербурге храма в память 300-летнего юбилея царствования Императорского Дома Романовых. – Казань, 2002. – 94 с.

9. ЦАНО. План Александро-Невской церкви в Городце (территория Феодоровского монастыря). – Центр. архив Нижегород. обл. Ф. 1679. Оп. 2, 1926 г. Д. 213.

10. Галай, Ю. Г. Федоровский монастырь / Ю. Г. Галай // Городецкая старина. – 1994. – Вып. 2. – С. 27.

© Д. В. Ушанков, А. В. Лисицына, 2010

Получено: 03.04.2010 г.

УДК 711.555

Н. А. ЛЕКАРЕВА, канд. арх., проф. кафедры градостроительства

ОСОБЕННОСТИ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ САМАРЫ

ГОУ ВПО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 339-14-05;
эл. почта: nalec50@bk.ru

Ключевые слова: зеленые насаждения общего пользования, экологическая инфраструктура, структура озеленения, уровень озелененности.

Key words: landscape of public use, ecological infrastructure, green structures, standard of verdure.

В статье рассматриваются проблемы формирования структуры озеленения Самары, которое способствует повышению уровня экологической защиты населения. Приводятся результаты анализа существующего озеленения общего пользования с позиций его соответствия нормативам и предлагаются пути частичной компенсации дефицита озеленения.

The publication considers the problems of forming of so called «green structures» in Samara, which promote the level of ecological defense of population. The results of analyzing of the existing public landscape are shown in the context of its conformity to the norms. And the ways of partial compensation of public deficit are suggested.

Перспективы развития городского ландшафта сводятся к доформированию ландшафтно-экологической инфраструктуры, где каждый ее элемент не только служит местом отдыха и saniрует территорию, но и создает эстетический комфорт. Основная цель построения единой ландшафтной инфраструктуры – стремление обеспечить здоровые комфортные условия для горожан в любой точке города. Сформировавшуюся ландшафтную структуру Самары можно охарактеризовать как гетерогенную и спонтанную, не подчиняющуюся никаким логическим законам построения.

На территории Самары зеленые насаждения подразделяются на следующие виды:

- зеленые насаждения общего пользования, [1];
- зеленые насаждения ограниченного пользования;

- зеленые насаждения, выполняющие специальные функции;
- зеленые насаждения внутриквартального озеленения;
- все виды зеленых насаждений, находящиеся в границах красных линий кварталов.

Зеленые насаждения, относящиеся к другим видам:

- городские леса – леса, расположенные на территории города Самара;
- зеленые насаждения особо охраняемых природных территорий Самары;
- зеленые насаждения – памятники природы и насаждения, расположенные в пределах особо охраняемых природных территорий Самары [2];
- зеленые насаждения федеральной принадлежности – зеленые насаждения, расположенные на земельных участках, находящихся в собственности Российской Федерации (Ботанический сад) [2];
- зеленые насаждения участков землепользования граждан;
- зеленые насаждения, входящие в «естественные ландшафты».

Территории озеленения общественного пользования являются основными элементами ландшафтного каркаса города, в которых осуществляется круглогодичная рекреационная деятельность. Площадь общегородских озелененных территорий общего пользования (парков, садов, скверов, бульваров) крупнейших, крупных и больших городов должна составлять не менее $10 \text{ м}^2/\text{чел}$ [3].

Удельный вес озелененных территорий различного назначения в пределах застройки городов (уровень озелененности территории застройки) должен быть не менее 40 %, а в границах территории жилого района не менее 25 % (включая суммарную площадь озелененной территории микрорайона). Таким образом, площадь озеленения Самары немного ниже нормативной, удельный вес озеленения составляет 37%. Однако, кроме того, согласно СанПиН [4, п.9.1] «*главным принципом озеленения поселений должно быть равномерное размещение насаждений*», что совершенно нехарактерно для г. Самары. Особенностью Самары является размещение значительной части озеленения, входящего в общий объем в границах городской черты, на правобережной части реки Волги. Эти территории, занятые лесами и естественными неблагоустроенными ландшафтами, приплюсованные к общему объему озеленения города, не компенсируют недостаточное количество зелени в городе.

В настоящее время природные растительные сообщества Самары значительно вытесняются из городской среды, сокращаются их площади, снижаются биологические качества растений. Сохранившиеся городские леса испытывают высокие техногенные и рекреационные нагрузки, что приводит к их деградации, а город теряет экологически полноценную среду обитания. Этот вид озеленения постепенно должен преобразоваться в лесопарк, поскольку в условиях урбанизации обречен на вымирание [5].

Обеспеченность горожан Самары насаждениями всех категорий, включая лесные массивы и естественные «неокультуренные» ландшафты, в настоящее время в среднем $175 \text{ м}^2/\text{чел}$. Общая площадь зеленого фонда на 01.01.96 г. 20,1 тыс. га, из них общего пользования – 468 га, ограниченного пользования и специального назначения – 644 га. 11215 га занимают лесные массивы в городской черте. Остальное озеленение площадью 7772,3 га представлено естественными ландшафтами.

Средняя обеспеченность населения зелеными насаждениями в Самаре с учетом лесных массивов – $97 \text{ м}^2/\text{чел}$, в т. ч. насаждениями общего пользования



только— $4 \text{ м}^2/\text{чел}$, что ниже действующих норм более чем в 2 раза (минимальная норма $10 \text{ м}^2/\text{чел}$). Объекты озеленения общего пользования расположены дисперсно и весьма неравномерно, без соблюдения нормативных требований. Довольно высокая норма обеспеченности зелеными насаждениями — $175 \text{ м}^2/\text{чел}$ в основном обеспечивается неблагоустроенными лесными массивами в Красноглинском районе города, а также на правом берегу Волги, которые, безусловно, не повышают комфортность среды города. Озеленение общественного назначения, представленное парками, скверами, набережными и бульварами явно не обеспечивает потребности такого огромного города.

Особенно низкие показатели в Железнодорожном районе $1 \text{ м}^2/\text{чел}$, в Советском $2 \text{ м}^2/\text{чел}$, Куйбышевском и Самарском районах по $2 \text{ м}^2/\text{чел}$. Это почти на порядок меньше требуемых нормативных показателей озеленения. В Железнодорожном районе существуют только один маленький парк Щорса и несколько скверов при общей площади района в 1704 га и численности населения 103 тыс. человек. Показатель озелененности в этом районе очень низкий — 8,9 % при норме 40 %.

Озеленение «естественных ландшафтов» Железнодорожного района составляет более $10 \text{ м}^2/\text{чел}$, т.е. район имеет небольшие резервы по озеленению. Озелененная территория городских кладбищ не является озеленением общего пользования, а хаотичная планировочная структура прилегающих территорий не способствует повышению комфортности среды. В Куйбышевском районе резервы для повышения показателя озеленения общего пользования значительно выше. В этом районе на одного жителя приходится 257 м^2 «естественных неблагоустроенных ландшафтов» и 65 м^2 городских лесов. При таком потенциале не надо искать резервы для организации новых парков. Однако надо отметить, что в процессе доформирования озеленения общего пользования за счет городских лесов есть ограничения. Согласно СНиП 2.07.01-89* [3] в крупнейших, крупных и больших городах существующие массивы городских лесов следует преобразовывать в городские лесопарки и относить их дополнительно к озелененным территориям общего пользования, исходя из расчета не более $5 \text{ м}^2/\text{чел}$.

В Самарском районе подобная картина: практически все озеленение сосредоточено в лесных массивах и на участках естественного ландшафта, не пригодного для общественного пользования. Все перечисленные районы прилегают к акватории реки Самары и имеют неплохие перспективы по реконструкции и доформированию ландшафта в случае выполнения положений нового Генерального плана Самары по формированию новых набережных реки Самары [6].

Не намного лучше обстоят дела с общественным озеленением в Кировском районе — $3 \text{ м}^2/\text{чел}$, а также в Красноглинском (4 м^2) и Промышленном ($4,5 \text{ м}^2$) районах. Норматив по озеленению общего пользования занижен здесь в 3 раза. Единичные парки в этих районах не спасают положения, поскольку не связаны бульварами и скверами в единую систему. Набережные в этих районах отсутствуют, хотя все районы имеют выход к Волге. Для повышения комфортности этих городских территорий необходимо значительную часть так называемых «естественных ландшафтов» перевести в разряд культурных и сделать их общедоступными озелененными территориями для жителей городских районов.

Относительно других районов зеленую общественно назначения «богат» Октябрьский район, где показатель приближается к нормативному. В этом районе размещаются основные городские набережные, скверы и парки.

Охрана зеленых насаждений. Охране подлежат все зеленые насаждения, расположенные на территории Самары, независимо от форм собственности на земельные участки, на которых эти насаждения расположены.

Землепользователи, землевладельцы, арендаторы земельных участков, на которых расположены зеленые насаждения, при использовании земельных участков обязаны соблюдать требования градостроительных регламентов и договоров, в том числе, регулирующих порядок содержания и учета зеленых насаждений [6].

Существование природы в городе все больше становится или фрагментарным в виде лесопарков или скрытым в виде застроенных оврагов, рек, спрятанных в трубах. Подобная форма существования природы обусловлена возрастающими экономическими, жилищными, транспортными, коммуникационными потребностями, ведущими к сокращению природных территорий, их видоизменению. Сейчас становится очевидным невозможность сохранения даже фрагментов природы в их естественном состоянии, так как влияние города слишком велико. Привычных мероприятий по охране природы – озеленения и благоустройства – явно недостаточно, чтобы сдерживать процесс деградации природы в городе.

Градостроительные аспекты формирования экологической инфраструктуры города. Оптимизация системы зеленых насаждений города, повышение их эффективности возможны только в общем градостроительном процессе формирования поселения. В настоящее время роль проектно-плановых документов снижена, преобладают субъективные факторы, отражающие спонтанность современной политической и экономической жизни переходного периода. Важнейшим содержательным принципом градостроительных преобразований является *приоритет санитарно-экологических требований* к развитию города.

Главной частью экологической инфраструктуры должна быть система зеленых насаждений и акваторий. Это предопределено закономерностями формирования защиты от загрязнения воздуха, воды, почвы. Экологическое состояние города в последние годы остается напряженным и ухудшается за счет роста выбросов автотранспорта, ухудшения качества воды в водоемах из-за хозяйственно-бытовых, производственных и др. стоков, износа систем водопровода и канализации, утраты значительной части природных ландшафтов и акваторий, наличия неорганизованных свалок промышленных, строительных и бытовых отходов, повышения акустических, электромагнитных воздействий. Озеленение Самары осуществляется бессистемно, происходит фактически не приращение, а постоянное сокращение озелененных территорий за счет уплотнения уже застроенных территорий [7].

Экологическая сторона урбанизации связана с градостроительной категорией – плотностью. «Ландшафтная» концепция формирования структуры современного города предполагает не только создание «ландшафтной ткани», пронизывающей весь город, но и повышение пространственной плотности зеленых насаждений: на земле, в зданиях, на крышах, на вертикальных поверхностях. Намечился переход от ступенчатой структуры городской сети парков (микрорайонный сад – парк жилого района – парк планировочного района и т. д.) к подсистеме полифункциональных парков, причем основной акцент делается на создание небольших озелененных пространств в жилых дворах, при общественных и др. зданиях, на свободных от застройки территориях. Однако сохраняется необходимость организации мест массового отдыха населения в пригородных



зеленых зонах, формирования «экологического ареала» города. Особое место приобретает экологическая инфраструктура, и этому в ближайшее время альтернативы нет. Исходной для ее формирования является санитарно-экологическая ситуация (состояние атмосферного воздуха). Главной составляющей является система зеленых насаждений и акваторий, так как ее организация может эффективно влиять на микроклимат, т. е. на метеоусловия формирования атмосферного загрязнения. Поэтому система зеленых насаждений и акваторий должна стать основой эколого-градостроительного каркаса города.

Заметное влияние на застроенные территории оказывают зеленые насаждения площадью более 2,5 га. Наиболее эффективно на городской микроклимат влияют массивы 12–60 га (но не менее 4–6 га). Насаждения 3–5 га влияют на микроклимат только в радиусе до 200 м. Устойчивым против антропогенной нагрузки может быть лесной массив более 1 га и площадью с дорожно-тропиночной сетью, не превышающей 10% территории, покрытой лесом.

Оптимальной является площадь насаждений не менее 50–60%, хотя нормы допускают более низкий процент озеленения города (40%). Главными водно-зелеными осями Самары должны стать Волга и Самара. Долины рек как воздухопроводы могут связывать систему внутри- и внегородских насаждений. Создание насаждений в речных долинах позволит количественно обеспечить население города зелеными насаждениями. Система озеленения города логически завершится ее увязкой с лесопарковой зоной, имеющей рекреационное значение.

Задачи формирования оптимальной структуры озеленения:

- заложить в концепцию дальнейшего развития городов в качестве главного экологический принцип расселения и организации территорий, путем формирования полноценной экологической инфраструктуры города;

- придать зеленым насаждениям агломерации статус объекта градостроительного права посредством формирования законодательно-нормативной базы. Предотвратить несанкционированный снос деревьев и строительство на территориях зеленого фонда объектов другого назначения;

- повысить уровень благоустройства жилищного фонда, включающего полноценную систему насаждений в виде необходимой номенклатуры объектов озеленения;

- проводить мероприятия по кардинальному улучшению состояния и повышению функций зеленых насаждений, влияющих на формирование полноценной среды поселений, на основе специально разработанных схем развития зеленого фонда агломерации.

Важнейшим элементом городской среды должна стать экологическая инфраструктура города, включающая систему озеленения, акваторию, зоны и территории, благоприятные для жизнедеятельности людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вергунов, А. П. Архитектурно-ландшафтная организация крупного города / А. П. Вергунов. – Л. : Стройиздат, 1982. – 167 с.
2. Об особо охраняемых природных территориях [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 14.03.1995 № 33-ФЗ. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.
3. СНиП 2.07.01-89* . Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений : строит. нормы и правила : утв. Госстроем СССР 16.05.89 : взамен СНиП II-60-75 : дата введ. 01.01.90. – М. : ГУП ЦПП, 1990. – 87 с.

4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных мест, санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

5. Лекарева, Н. А. Ландшафтная архитектура и дизайн. Традиции и современность / Н. А. Лекарева. – Самара : [б. и.], 2005. – 220 с.

6. Лекарева, Н. А. Возможности реконструкции и доформирования структуры городского ландшафта в условиях разделения собственности / Н. А. Лекарева // Стратегическое городское и региональное планирование : межвуз. сб. науч. тр. – Самара, 2003. – С. 87-94.

7. Лекарева, Н. А. Ландшафтно-экологическая реконструкция градостроительных структур / Н. А. Лекарева // Вопросы планировки и застройки городов : материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 1997. – С. 37-43.

© Н. А. Лекарева, 2010

Получено: 23.01.2010 г.

УДК 712.25

М. В. СКОПИНА, аспирант кафедры архитектурного проектирования, асс. кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ НЕРЕГУЛЯРНЫХ ПАРКОВ

ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-92;

факс: (831) 430-19-36; эл. почта: nir@nngasu.ru

Ключевые слова: сад, классификация, пространство, гетерогенный элемент.

Key words: garden, classification, space, element.

В статье предложена интерпретация истории развития пространственной структуры элементов пейзажного парка, а также рассмотрены эволюционные особенности нерегулярного парка в аспекте пейзажной живописи для возможной его реконструкции по старинным гравюрам, планам, зарисовкам. Статья иллюстрирована авторскими фотографиями.

The article suggests interpretation of the history of development of an English garden's spatial structure and evolution of its elements. The evolution is considered through the landscape paintings. The purpose of this study is to elaborate a method of reconstruction of old parks according to their plans, prints and sketches. The article is illustrated with author's photos.

Реконструкция старинных парков в нашей стране уже много лет является серьезной проблемой. При решении таких задач очень важно учитывать исторически сложившиеся планировочные принципы и индивидуальный характер определенного парка. Своеобразие облика парка определяется наличием в каждом из них таких характерных черт, как выразительность пейзажных картин, раскрытие необычных точек восприятия, масштаб, вариативность планировочных структур, возможных связей «парковых картин» с ландшафтом, самобытность парковых построек, местных архитектурно-художественных традиций и особенностей садово-паркового искусства. Утрата вышеперечисленного, как правило, приводит к обезличиванию парковых комплексов.



В условиях мировой культурной интеграции возрастает роль сбережения культурного наследия, что в полной мере относится и к старым садам и паркам. Сохранность этих живых объектов в первую очередь требует выяснения историко-культурных закономерностей их развития. Особенно сложным, например, является определение стилистики парков с большим количеством разнохарактерных парковых построек.

Взросший интерес к культурным традициям, в том числе и в сфере садово-паркового искусства, определяется сосуществованием двух взаимообусловленных тенденций в развитии мирового сообщества: формированием единого информационного, экономического, технологического пространства, т. е. процессом глобализации, и вместе с тем обособлением, актуализацией феноменов в локальных культурах.

Вторая тенденция также выражается в выработке новых концепций решения паркового пространства, учитывающих традиции отдельных субкультур. Одновременно усиливается внимание общественности и специалистов к садово-парковому искусству как к части культурного наследия.

В России вопрос сбережения садово-паркового наследия стоит особенно остро. Состояние 80 % памятников культурного и природного наследия, находящихся под охраной государства, специалистами РАН оценивается как неудовлетворительное, а 70 % от общего их числа нуждается в принятии срочных мер по спасению от разрушения. Для сохранения памятников садово-паркового искусства делается слишком мало. А в результате непрофессиональной реконструкции утрачиваются порой уникальные объекты. Например, такие, как алупкинский парк, сад им. Пушкина в Нижнем Новгороде.

В сложившейся ситуации актуально изучение культурного прошлого старинных парков, истории развития пространственной структуры их элементов, а также рассмотрение эволюционных особенностей нерегулярного парка в аспекте пейзажной живописи с целью возможной реконструкции его по старинным гравюрам, планам, зарисовкам.

Итак, можно анализировать сад как феномен природы, брать его пространство за отправную точку, противопоставляя другим типам пространств. Но можно анализировать его иначе, исходя из некой системы элементов, которые служат ему каркасом, из соединения элементов в ансамбль сообразно определенной идее или сценографии [1]. В этом случае сад не противопоставляется архитектуре, но поддерживает с ней функциональные и исторические связи, более сложные, комплексные. Иначе говоря, сад с «фабриками» (*fabriques*)¹ [1] является «точкой отсчета» всех современных парков, имеющих те же корни, с определенным числом архитектурных пространств, в особенности с пространством музея, которое появляется в ту же эпоху. Сад с «фабриками» и музей могут восходить к живописному жанру Ванитас², популярному в эпоху барокко. Термин заимствован из библейского стиха (Еккл.1:2) *Vanitas vanitatum omnia vanitas* («Суета сует, — сказал Екклесиаст, — суета сует, — все суета!») [2].

Этот жанр, систематизированный окончательно через Лейденскую школу, имеет два источника вдохновения: изображение святого Жерома в своей келье и сюжет живописи и словесности «пляска смерти»³ (фр. *danse macabre* — аллегорический сюжет живописи и словесности Средневековья), заимствованный из поздней готической традиции. Как правило, это натюрморты, объединяющие гетерогенные объекты, одновременно напоминающие в виде аллегии о крат-

кости и мимолетности человеческой жизни. С точки зрения логики это способ включения всех элементов в некую группу, «в концепт смерти», исходя из их соединения в аллегорическом пространстве [3].

Позднее, с появлением «кабинетов диковинок»³ (фр. *Cabinet de curiosités*; нем. *Kunstkammer* — собрание диковинок), аллегория переходит из пространства картины в пространство действительности — пространство коллекции. Совокупность гетерогенных элементов связывает объекты, ценность которых состояла единственно из их «редкости», без какого-либо очевидного принципа. «Кабинеты диковинок» образовывали пространство классификации, пространство предтаксономическое и предмузейное, которое характеризуется через установленное равенство всех своих элементов [4, 5].

Идея сада с «фабриками» появляется двумя-тремя столетиями позже. Эти сады многим обязаны тем экстравагантным коллекциям, которые ранее были реализованы в «кабинетах диковинок». Эстетика «фабрик» является парадоксальной, невероятной и странной (другое название «фабрик» — *folies* — безумная выходка, шалость). Их цель — поражать воображение зрителя, способствовать воссозданию деталей «кабинета диковинок». Сообразно способу, благодаря которому эти элементы соотносятся друг с другом, сад с «фабриками» можно прибить к трем типам пространств: музея, библиотеки, захоронений [5].

В век Просвещения «кабинет» как «пространство классификации» расширяется. Классификация заменяется беспорядочным скоплением элементов, и сад начинает организовываться вокруг них. Музей является основой различных сценариев садов. Сады уже меньше всего различаются геометрической структурой, компоновкой их деталей, образом, манерой быть «коллекцией каких-нибудь вещей» («...une collection de quelque chose...») [6].

В то же время классический сад может быть рассмотрен как коллекция скульптур. Однако, с другой стороны, есть примеры организации садов, приближающихся к пространству картинной галереи. В этом случае показателем прием размещения пустых рам в пейзажных парках. Малые размеры большинства культурных парков исключали использование их в рекреационных целях, поэтому пустые рамы предназначались исключительно для фиксирования взгляда гуляющих и побуждали их любоваться видами, которые порой представляли собой кальки с картин Клода Желе, Пьера Пателя, Гаспара Дюге, Сальватора Роза, Алессандро Маньяско и других художников. Таким образом, прогулка была организована как система видов или серия последовательных картин, согласно Луи Каррожи (Кармонтелю), создателю парка Монсо 1778 г., напоминая визит в музей [7].

Если вернуться к саду с «фабриками», то он представляет собой коллекцию сооружений, некий музей архитектуры. Идея этого сада заключается в том, чтобы приблизиться к логике археологической ведутты [8]. Этот жанр известен с XVIII века. Он имел большой успех благодаря гравюрам Пиранезе и работам «руиниста» Джованни Паоло Панини, который в своих картинах-«коллекциях» соединяет вместе памятники античного Рима, в действительности удаленные друг от друга («Древний Рим» Дж. Паоло Панини, 1757 г., Париж, Лувр). Логика следования по саду приближает зрителя и к идее путешествия. Но так как прогулка в парке была подчинена принципу пространственно-временной экономии, то этот принцип учитывал медленное продвижение во время путешествия в ту эпоху и позволял избавлять гуляющего от монотонности видов, неизбежной при

настоящем путешествии. Вероятно, именно поэтому парки связаны с литературным жанром путевых заметок (*notes de voyage*), популярным в ту эпоху [9].

Парк становится чем-то вроде энциклопедии знаний, так как рисует картину географических и исторических представлений своей эпохи. Следовательно, если сложно установить точную специфику «фабрик», то можно их достаточно корректно классифицировать через эпоху (период) и через страны (территории).

«Путешествия» в таких парках осуществляются в двух направлениях:

1. Путешествия в историю, где гроты и дольмены могут символизировать доисторическую эпоху; египетская тематика «фабрик» – пирамиды, храмы, сфинксы, обелиски, покрытые иероглифами, – вызывает ассоциации с Древним миром (рис. 6а, 6б цв. вклейки); руины, храмы, купольные сооружения, имитирующие пантеон, триумфальные арки воскрешают в памяти Рим (рис. 3, 4, 5 цв. вклейки); готические руины, башни, жертвенники, замки, средневековые гробницы навевают мысль о Средних веках.

2. Путешествия в пространство, в котором беседки, пагоды, чайные домики, китайские мостики символизируют Азию (рис. 5б цв. вклейки); турецкая мечеть отсылает к Востоку; молочные фермы, деревенские домики, хижины (деревушка Марии Антуанетты) напоминают сельскую экзотику и Аркадию (рис. 1, 2а, 2б цв. вклейки). Таким образом, «фабрики» позволяют посетителям совершить путешествие во времени и пространстве.

В некоторых садах можно путешествовать по Европе, преодолевая большие расстояния. Например, в Эрменонвиле расположение «фабрик» в пространстве соответствует контрасту между Европой Северной и Южной. Топография этого сада выводит нас уже на географическую дистанцию [10].

Маршрут перемещения в других садах позволяет видеть очевидные различия между садом и музеем. Например, организация пути следования в таком саду не является строгой. Гуляющий идет по маршруту, который ему предлагают, однако перспективные виды и расположение «фабрик» не являются определенной системой, как, к примеру, расположение картин в музее.

Рассмотрим ботанические сады, по своему типу более приближенные к музею, библиотеке, к архиву или к энциклопедии, для которых характерна классификация по теме в хронологическом или алфавитном порядке. Наследники садов лекарственных растений и кабинетов естествознаний, ботанические сады явились садами-основателями некоего рода музеев естествознания. В начале своего появления (Падуа, 1545 г.) они должны были устанавливать таксономию растительных видов, в особенности экзотических и лекарственных растений. Систематический характер распределения растений сообразно их воздействию на человека, иерархия видов и родов привели к разработке геометрических поверхностей. Преобладание кругов, квадратов, секторов приближает эти проекты к пространствам выставки. Ботанический сад часто становится законченным (полным) через библиотеку или коллекцию сухих растений (гербарий). Но, в отличие от архива, этот сад является местом более живым, в нем много посетителей [11].

В эпоху романтизма многочисленные сады становятся местом погребения. Пространство в таких садах обозначено настоящими могильными камнями или их имитацией. Камни декорированы эпитафиями, имитирующими голоса потустороннего мира. Это своего рода «фабрики», использующие эффект симулирования для сохранения памяти (рис. 5б, 7б цв. вклейки). Их цель – напоминание о забытых образах и связанных с ними эмоциональных переживаниях. В свою

очередь кладбище задумывалось как «похоронный сад» (архитектор Александр-Теодор Броньяр замыслил Пер-Лашез как сад, над которым доминирует некая «фабрика» – необъятная пирамида, символизирующая смерть) (рис. 7а цв. вклейки). Примером таких садов является сад – Музей французских монументов (Элизиум, или Елисейские Поля), созданный Александром Ленуаром в Париже в 1791 г. Там наряду с реальными гробницами выдающихся людей Франции находятся имитации гробниц (короля Дагобера, Мольера, Ла Фонтена, Декарта, Дианы де Пуатье...) [12]. Но путь следования по такому саду всегда является менее систематизированным, чем в музее, в котором объекты распределяют строго по эпохам, по царствующим династиям или по географическим поясам.

Если «сентиментальные» сады с полным правом рассматривались как феномен романтической эпохи, то можно также говорить о музейном и «географическом» характере, присущем некоторым садам XX века. Среди них можно выделить основные формы, в которых представляется сад как музей в настоящее время.

Связь между живописными Ванитас, «кабинетами диковинок» и садами представлена через сад болезней Эразма, созданный Рене Пешером около дома Эразма Роттердамского в Брюсселе (1988 г.). Этот сад организован вокруг целебных растений, которые своими свойствами способны были исцелять болезни гуманиста. Сад как бы представляет медицинские знания Ренессанса, но в то же время воплощает идею непрочности, быстротечности жизни перед лицом смерти. Этот сад вызывает в памяти работы бельгийского художника Жана Фабра (экспозиция «Анатомия Ванитас» в доме Эразма, «Жан Фабр в Лувре» 2007 г.). В то же время он исторически приближается к структуре музея, напоминая сад, созданный Джеффри Аланом Желлико в Саттон Плейс (1980 г.), который воспроизвел весь исторический путь развития английского сада, вызывая ассоциации с современным искусством.

Парк Ла Виллет, спроектированный Бернаром Чуми (1982 г.), сохраняет эстетику «фабрик», но они получают новую интерпретацию в соответствии с идеей рассеивания смысла Жака Деррида. Одновременно этот парк приближается к выставочным паркам, так как предусматривает место для выставок и салонов (мастерских): зал для прослушивания и записи, крытый рынок и т. п.

В выставочных парках преобладают черты музея. На территории такого парка расположены коммерческие и технические выставки. Но павильоны в парке располагаются согласно тематическому и географическому принципам. Прогулка в парке может совершаться по разделенному на секторы маршруту, как экономическому, так и технологическому. Таким образом, парк имеет образовательное значение, этому парку свойственна дидактичность. Как сады XVIII века отражали знания своей эпохи, так и выставочные парки отражают структуру современных знаний, содержат библиотеку и место для научно-технических выставок.

Эти парки восходят к географическим садам XIX века, к идее путешествия. Таким способом был организован около Римини парк «Италия в миниатюре». Он создан вокруг 272 «фабрик», которые воспроизводят достопримечательности Италии (только Венеция там в пять раз меньше, чем Венеция реальная), а также знаменитые монументы других европейских стран. Но более интересный пример парков этого рода – парки Диснейленда. Можно смело приблизить эти парки к архитектурным утопиям. Территория Диснейлендов основывается на ирреальном пространстве, перегруженном объектами, в которых максимально воплощены мечты многочисленных посетителей. Распределение по географическим зонам



уступает свое место топографии, где посетителей переводят из одного «живого рисунка» в другой. В отличие от «романтических» садов, Диснейленды лишены эффекта стимулирования памяти. Пространство Диснейлендов отправляет в никуда, зрители находятся непосредственно в свершившейся мечте, число «фабрик» и зон этого парка потенциально безгранично.

Как свидетельствует ряд исследований, современный сад восходит к таксономической парадигме, появившейся в эпоху Ренессанса в виде кунсткамеры [12]. Парк задуман как пространство классификации, организованное своими элементами. Базовым принципом распределения элементов в пространстве – растений или «фабрик» – был исторический, географический или ботанический.

Таксономическая система действует в качестве «концептуальных рамок» для современных садов, даже если речь идет о разрыве с ней. Следовательно, парки можно классифицировать по способу связи между архитектурными или растительными элементами. Изучить процесс распределения этих связей помогут философские тексты, относящиеся к проблеме классификации и к проблеме целого и его частей.

Изучение опыта и традиций европейского садово-паркового искусства должно способствовать привлечению внимания российских архитекторов к более гибким и эффективным стратегиям и концепциям проектирования, используемым в Европе.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Парки XVIII–XIX вв. обязаны живописи большинством своих элементов. В эту эпоху руины, ротонды, гроты, скалы, мосты, гробницы, пирамиды и обелиски обозначались общим термином *fabriques*. Сам термин заимствован из живописи и означает, согласно определению из Энциклопедии (Ватле 1756 г.), «всякое строение, изображаемое в живописи».

2. Ванитас (лат. *vanitas*, букв. – суэта, тщеславие) – жанр живописи эпохи барокко, аллегорический натюрморт, композиционным центром которого традиционно является человеческий череп. Подобные картины, ранняя стадия развития натюрморта, предназначались для напоминания о быстротечности жизни, тщетности удовольствий и неизбежности смерти. Наибольшее распространение получил во Фландрии и Нидерландах в XVI и XVII веках, отдельные примеры жанра встречаются во Франции и Испании.

3. Кунсткамера, или кабинет диковинок (редкостей) (нем. *Kunstkammer* – собрание диковинок), – первый общедоступный музей, созданный по инициативе Петра I в Санкт-Петербурге в 1714 г. Кунсткамеры как собрания редкостей стали возникать в Европе еще в XV–XVI вв., то есть в эпоху Возрождения, в связи с ростом научно-естественных знаний и интереса к прошлому. Первоначально в кунсткамерах коллекционировались редкие и необычные находки первых научных экспедиций, старинные инструменты, предметы быта, произведения прикладного искусства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jean-Pierre le Dantec. Jardins et paysages / Jean-Pierre le Dantec. – Paris : Larousse, 1996. – 634 p.
2. Pigeaud, J. Histoires de jardins. Lieux et imaginaire / J. Pigeaud, J.-P. Barbe. – Paris : Presses Universitaires de France, 2001. – 281 p.
3. Baridon, M. Les jardins. Paysagistes-jardiniers-poetes / M. Baridon. – Paris : éditons Robert Laffont, 1998. – 1239 p.
4. Debi, F. Jardins de capitales / F. Debi. – Paris : Editions du centre national de la recherche scientifique, 1992. – 204 p.
5. Greenberg, C. Art et Culture. Essais critiques. Traduction par Ann Hindry / C. Greenberg. – Paris : Editions Macula, 1988. – 301 p.

6. Вергунов, А. П. Вертоград: Садово-парковое искусство России (от истоков до начала XX века) / А. П. Вергунов, В. А. Горохов. – М. : Культура, 1996. – 431 с.
7. Габричевский, А. Г. Морфология искусства / А. Г. Габричевский – М.: Аграф, 2002. – 864 с.
8. Кеннет, К. Пейзаж в искусстве / К. Кеннет. – СПб. : Азбука-классика, 2004. – 302 с.
9. Пановский, Э. Перспектива как «символическая форма» / Э. Пановский. – СПб. : Азбука-классика, 2004. – 334 с.
10. Регель, А. Изящное садоводство и художественные сады / А. Регель. – М. : Фитон+, 2007. – 312 с.
11. Словарь художественных терминов / под ред. И. М. Чубарова. – М. : Логос-Альтера : Ессе Номмо, 2005. – 496 с.
12. Янсон, Х. В. Основы истории искусств / Х. В. Янсон, Э. Ф. Янсон. – СПб.: Азбука-классика, 2002. – 497 с.

© М. В. Скопина, 2010

Получено: 12.02.2010 г.

УДК 711.4+725.4

Т. Я. ВАВИЛОВА, канд. арх., доц. кафедры архитектуры жилых и общественных зданий

ПРИНЦИП ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СООТВЕТСТВИЯ КАК УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛЕЙ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

ГОУ ВПО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. Тел.: (846) 339-14-42;

эл. почта: vatatyan63@yandex.ru

Ключевые слова: качество жизни, современные технологии, наукоемкие отрасли, устойчивое развитие, технополис.

Key words: quality of a life, modern technologies, the high technology branches, the sustainable development, a technopolis.

Рассматриваются проблемы совершенствования функционально-пространственной структуры городов с учетом тенденций постиндустриального развития экономики. Выдвигается принцип экологического соответствия, позволяющий обеспечить устойчивое развитие производственной сферы. Освещаются некоторые пути повышения эффективности научных исследований за счет повышения качества архитектурной среды.

The article addresses problems of perfection of the functional-spatial structure of cities in view of the tendencies of postindustrial development of economy. A principle of «ecological conformity» is put forward, allowing to ensure steady development of the industrial sphere. Some ways of increasing efficiency of scientific research by means of improvement of quality of the architectonic environment are highlighted.

В начале 1990-х годов Лига независимых ученых России, вдохновленная демократическими преобразованиями, распространила данные, позволяющие сравнить структуру внутреннего валового продукта (ВВП) СССР и США (см. таблицу).

Т а б л и ц а

Сравнение структур ВВП СССР и США, % [1, с. 15]

| Год | Промышленность | | Строительство | | Сфера услуг | |
|------|----------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|
| | СССР | США | СССР | США | СССР | США |
| 1980 | 42 | 28 | 8 | 5 | 18 | 42 |
| 1985 | 37 | 26 | 8 | 5 | 18 | 45 |
| 1987 | 34 | 24 | 10 | 5 | 20 | 47 |

Приведенные цифры выявляли стратегическое отставание нашей ресурсоемкой экономики, развитие которой шло вразрез с прогнозами динамичного усугубления глобальных экологических проблем. Особое внимание мировой научной общественности к этим проблемам было привлечено благодаря исследованиям Римского клуба (*Club of Rome*) – международной неправительственной организации, основанной в 1968 году итальянским менеджером и общественным деятелем А. Печчеи. Римский клуб инициировал фундаментальную разработку американца Дж. Форрестера¹, результаты которой были опубликованы в книге «Мировая динамика» (1971, рус. перевод 1979), где с помощью методов компьютерного моделирования было показано, что сохранение прежних темпов потребления природных ресурсов может закончиться всемирной катастрофой уже к 2020-м годам. Все последующие научные доклады Клуба также были посвящены приоритетным глобальным проблемам и путям их решения. Наиболее известным из опубликованных Римским клубом докладов стал научный бестселлер «Пределы роста», подготовленный группой молодых ученых под руководством Д. Медоуза. В качестве важнейших переменных величин, учитываемых ими в математических моделях, рассматривались рост мирового народонаселения, а также связанные с этим проблемы производства и потребления продовольствия, увеличение объемов промышленного производства, сокращение запасов минеральных ресурсов и неуклонное загрязнение окружающей среды. Отметим, что довольно долго доклады Клуба были основаны на выявлении причин сложившейся критической ситуации и демонстрации различных «сценариев» нарастания глобальных проблем человечества [2]. Наконец, в 1997 году Э. Вайцзеккер, Э. Ловинс и Л. Ловинс – авторы доклада «Фактор четыре: удвоение богатства, двукратная экономия ресурсов» (рис. 1а, 1б, 1в, 1г цв. вклейки) – акцентировали внимание на анализе возможных путей предотвращения дальнейшего ухудшения состояния среды жизнедеятельности. В частности, основные надежды были возложены на стабилизацию численности населения, снижение темпов развития промышленного производства и развитие ресурсосберегающих технологий [3].

Справедливости ради отметим, что работы Римского клуба были достаточно хорошо известны ученым и политикам России. Больше того, почетными и действительными членами Клуба были Ч. Айтматов, Д. Гвишиани, М. Горбачев,

¹ Дж. Форрестер – специалист по теории управления и компьютерному моделированию, профессор Массачусетского технологического института (США), автор книг «Индустриальная динамика: основы кибернетики предприятия» (1961, рус. пер. 1971) и «Динамика развития города» (1969, рус. пер. 1974).

С. Капица, Е. Примаков, Е. Федоров. А разработанная группой российских экологов и экономистов национальная «Концепция устойчивого развития городов РФ» уже в 1995 г. одним из основных условий духовного и интеллектуального совершенствования, достижения материального благополучия и улучшения здоровья провозгласила согласованность программ экономического и территориального развития с возможностями окружающей среды. В качестве наиболее цивилизованного пути этот документ предлагал целенаправленное постепенное превращение промышленно развитых агломераций и прилегающих территорий «в культурные, научные, торгово-финансовые центры с наукоемкой, сбалансированной и ресурсосберегающей технологией» [4, с. 4].

Согласно общности законов эволюции экономического развития рано или поздно в России была неизбежна стагнация отечественной промышленности, привычной к использованию традиционной для индустриального общества ориентации на экстенсивное использование природных ресурсов. Прогресс государства, внутриполитическим кредо которого становится повышение качества жизни граждан, требует кардинального изменения структуры ВВП с постепенной переориентацией на преимущественное развитие наукоемких технологий и usługовых отраслей, а их преобладание в структуре ВВП считается первым признаком вступления общества в постиндустриальную стадию развития. В России это случилось в начале 1990-х годов. По данным Федеральной службы государственной статистики, в 1995 году на долю сферы услуг (торговля, транспорт, рестораны, гостиницы, связь, финансовая деятельность, операции с недвижимым имуществом, государственное управление, безопасность, образование, здравоохранение, прочие услуги) приходилось примерно 55 %, а в 2004 году – почти 59 % от ВВП [5].

Вхождение общества в постиндустриальную стадию развития в конечном счете способствует значительному сокращению потребления ресурсов, позволяет контролировать состояние окружающей среды, что сказывается на физическом здоровье населения, ведет к увеличению продолжительности и улучшению качества жизни. Под последним термином понимается обобщающий индекс, пришедший на смену социально-экономическим показателям уровня жизни. Индекс качества жизни учитывает «плотность населения, размещение промышленного, аграрного секторов экономики, обеспеченность минеральными природными ресурсами и состояние естественного природного окружения» [6, с. 149].

Для улучшения качества жизни, в особенности на урбанизированных территориях, должна измениться не только экономическая, но и градостроительная политика. Вспомним, что в недалеком советском прошлом промышленные производства, обеспечивавшие экономическую, в том числе и оборонную, мощь страны, были главным звеном градообразующей базы (рис. 2а, 2б, 2в цв. вклейки). На смену им в постиндустриальном обществе должны прийти более эффективные с точки зрения использования ресурсов производственные объекты, одновременно и созданные для внедрения инноваций, и технологически основанные на применении инноваций. Причем все более очевидным становится то, что инновационные решения – это «дорогое удовольствие», что они не предполагают действий по принципу «дешево, много и сразу». Современный подход требует более прагматичного, затратного и долгосрочного планирования. Как тут не вспомнить классику английской домашней экономики: «скупой платит дважды»?! Поэтому самый ответственный этап – предынвестиционный, в осо-



бенности выбор территории. Требования, которым должны соответствовать технологические параметры объектов отраслей высоких технологий, зачастую несовместимы с экологическим состоянием крупнейших отечественных городов, с классическими приемами традиционной архитектурной типологии и с системой критериев оценки качества архитектурных решений. Особо тщательно следует подходить к программам развития экофильных предприятий, значительная часть которых не может размещаться на участках с неудовлетворительными экологическими параметрами. Поэтому одним из важнейших принципов градостроительной политики постиндустриального и информационного общества должен стать принцип экологического соответствия. В его основе – обеспечение экологической адекватности современного состояния окружающей среды намечаемым антропогенно-техногенным воздействиям, которые не должны после реализации проектного замысла привести к ухудшению экологической ситуации на территории.

Вероятно, одной из первых стран, где в национальном масштабе была осмыслена проблема несоответствия среды урбанизированных зон задачам развития отраслей высоких технологий, стала Япония. Здесь в 1960–80-е годы была разработана и стала успешно осуществляться с финансовой помощью правительства программа «Технополис», рассчитанная, прежде всего, на развитие мелких и средних предприятий электроники, мекатроники, специальной химии, оптики, индустрии досуга и развлечений, общего машиностроения и т. д. Согласно предпроектным экономическим расчетам, размеры отдельного, специально создаваемого урбанизированного образования (технополиса) не должны были превышать 130 тыс. га, количество населения в нем могло составлять примерно 150 тыс. человек, а все производства и культурно-бытовые учреждения должны были располагаться в зоне 30-минутной транспортной доступности от делового центра. В результате конкурсного отбора для реализации программы было выбрано 9 районов, где основные работы по строительству должны были завершиться уже к 1990 году [7].

Благодаря последовательному соблюдению долгосрочной инвестиционной тактики, к началу XXI века самым известным стал технополис Цукуба, расположенный в 50 км к северу от японской столицы и в 40 км от международного аэропорта Нарита. Созданный по образу калифорнийской Кремниевой долины (Стэнфордский университет, США), город Цукуба должен был снять часть проблем перенаселенной токийской агломерации. Территория для крупнейшего научного центра Японии расположена в живописной тихоокеанской зоне страны, вблизи двух важнейших объектов национального парка *Suigou-Tsukuba* – горы *Tsukuba* и озера *Kasumigaura*. Согласно утвержденному в 1963 году генеральному плану г. Цукуба, расчетная численность населения составляет 220 тыс. жителей. В первом десятилетии XXI века в городе, площадь которого около 285 кв. км, проживало около 200 тыс. человек. Примерно 19 тыс. горожан занято в сфере науки и образования – это 40 % общего количества исследователей страны. Около 5 тыс. человек – это ученые высшей квалификации. С целью улучшения экологических качеств среды в 1998 году генеральный план города был скорректирован (рис. 3 цв. вклейки).

В генеральном плане города выделены две основные функциональные зоны: первая – район сосредоточения образовательных и исследовательских центров, рассчитанный на проживание 100 тыс. человек, вторая – пригородный район с

населением 120 тыс. человек. Город имеет развитую систему транспортного сообщения с другими частями страны – железнодорожный экспресс (4 станции), а также три автомагистрали для связи по направлению «север–юг» и шесть – по направлению «запад–восток». С 1991 года в городе действует вертолетная станция. Специально для пешеходов и велосипедистов в структуру межмагистральных участков была введена развитая сеть бульваров, общая протяженность которой 48 км. Бульвары проложены так, чтобы связать между собой важнейшие городские объекты – научные и образовательные центры, учреждения социальной инфраструктуры и парки. Поддержанию благоприятной экологической ситуации способствуют 88 парков и многочисленные водоемы. Комфортность проживания в городе науки Цукуба обеспечивают различные коммунальные удобства: так, например, здесь успешно функционирует система пневматического удаления мусора протяженностью 11 км, обслуживающая 72 га центральной части города. С 1983 года жители Цукубы пользуются услугами кабельного телевидения. В городе развита сеть школ и детских садов, есть 5 центров помощи пожилым гражданам и инвалидам.

В Цукубе расположено 30 % национальных научно-исследовательских институтов, работают 46 национальных и частных организаций, включая университет и Агентство исследования космоса Японии, представительства более чем 120 различных компаний (рис. 4, 5 цв. вклейки). Одним из достижений города является развитая система объектов дополнительного образования. Около 20 учреждений предлагают дистанционное обучение, а также различные курсы, культурные и общественные мероприятия, есть все условия для занятий спортом.

В создании технополиса Цукуба участвовали известные японские архитекторы. Например, в 1978–1983 гг. проектирование и строительство общественного центра (*Tsukuba Civic Centre*) осуществлял Арата Исодзакэ (рис. 6 цв. вклейки), для которого этот объект стал своеобразной вехой творческих экспериментов. В 1985 году часть территории технополиса была превращена в площадку, на которой развернулась Всемирная выставка ЭКСПО-85, что самым символическим образом отразило задачи превращения Цукубы в национальный и международный центр продвижения инноваций.

Опыт Японии, других стран, где успешно функционируют технополисы и технопарки, позволяет признать, что для достижения максимальной результативности научных исследований и получения конкурентоспособной высококачественной продукции, соответствующей мировым образцам качества, ни на территории крупнейших городов России, ни в их пригородных зонах не следует размещать производства, которые связаны с полупроводниками, радиоэлектроникой, нанообъектами, микробиологией, геной инженерией и пр. Этот вывод, к сожалению, полностью противоречит российской реальности, поскольку в настоящее время именно в крупнейших отечественных городах аккумулируется подавляющая часть научных ресурсов страны. Между тем в период расцвета отечественной индустрии радиусы неблагоприятного влияния городов России были колоссальными: Новосибирск, Магнитогорск, Омск, Красноярск, Киров, Пермь, Самара, Орск, Комсомольск-на-Амуре – около 100 км; Уфа, Нижний Новгород, Волгоград – почти 50 км [11].

Приходится констатировать, что действующие в России градостроительные регламенты, а также нормативная база проектирования производственных объектов не соответствуют изменившемуся уровню развития технологий, до-



стижениям современной промышленности. Три классические составляющие архитектуры – пользу, прочность и красоту (триада Витрувия) – нужно рассматривать сквозь «призму» проблем эпохи научно-технического прогресса: экологичность, технологичность, безопасность, экономичность, эргономичность и др. Вероятно, для этих целей должна быть внедрена система сертификации (паспортизации) как площадок, так и проектных разработок (новые стандарты оценки качества градостроительных и объемно-планировочных решений). Обеспечение соответствия между экологическими параметрами окружающей среды и технологическими параметрами проектируемых объектов в этом случае будет поддерживать экологическое равновесие и устойчивое развитие среды жизнедеятельности. Необходимо отметить, что выдвинутый в данной статье принцип экологического соответствия должен использоваться не только при проектировании производственных объектов. Стратегическая задача гораздо шире: необходимо, чтобы все без исключения объекты недвижимости – и жилые, и общественные здания, а также транспортные и инженерные сооружения – проектировались, строились и эксплуатировались с учетом ресурсного потенциала, возможностей окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потемкин, В. Ф. Наука и предпринимательство / В. Ф. Потемкин. – М. : Лига независимых ученых России, 1993. – 84 с.
2. Латов, Ю. Карточка 20. Римский клуб [Электронный ресурс] / Ю. Латов. – Режим доступа : http://www.krugosvet.ru/enc/gumanitarnye_nauki/sociologiya/RIMSKI_KLUB.html.
3. Бестужев-Лада, И. В. Социальное прогнозирование: курс лекций / И. В. Бестужев-Лада, Г. А. Наместникова. – М. : Пед. о-во России, 2002. – 392 с.
4. Экология городов : спец. информ. сб. – М. : ВЭЛ, 1995. – 146 с.
5. Федеральная служба государственной статистики. Центральная база статистических данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gks.ru>.
6. Лисицын, Е. Н. Охрана природы в зарубежных странах / Е. Н. Лисицын. – М.: Агропромиздат, 1987. – 215 с.
7. Япония: Проблемы научно-технического прогресса. - М. : Наука : Гл. ред. вост. лит., 1986. – 256 с. : ил.
8. Официальный сайт. Tsukuba City. Multilingual Service. Tsukuba City Informational. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.alientimes.org/pmwiki/images/maps/tsukuba.jpg>.
9. Яндекс. Картинки: Космический центр Цу [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://life-in-tokyo.narod.ru/index.htm?Foto/031123.htm>.
10. Агентство архитектурных новостей. Арата Исодзаки [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.archi.ru/foreign/guide/object_current.html?oid=5943&fl=2&sl=3.
11. Города России : энциклопедия / гл. ред. Г. М. Лаппо. – М. : Большая Рос. энцикл., 1994. – 559 с. : ил., карты.

© Т. Я. Вавилова, 2010

Получено: 15.12.2009 г.

УДК 551.435.162:712

И. М. СЕНЮЩЕНКОВА, канд. техн. наук, доц. кафедры инженерной геологии и геоэкологии

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ ГОРОДСКИХ ОВРАГОВ

ГОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»

Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26. Тел.: (495) 781-80-07;

эл. почта: irina-sen811@yandex.ru

Ключевые слова: эстетика ландшафта, коэффициент объемности вида пространства, сложный рельеф.

Key words: aesthetics of a landscape, coefficient of volumetric type of space, complex relief.

Предложены методы эстетического восприятия городских оврагов. Рассмотрены вопросы получения количественных характеристик для статического и динамического положения наблюдателя.

The article proposes methods of aesthetic perception of urban ravines. The issues of obtaining quantitative characteristics for static and dynamic position of an observer.

Эстетическая оценка урболандшафта на сложном рельефе является непросто научной проблемой, так как при этом всегда приходится считаться с фактором субъективизма.

Для сложного рельефа местности можно применить следующие методы эстетической оценки урболандшафта [1, 2, 3]:

1. Экспертная оценка пейзажных образов как целостных визуальных систем.
2. Анкетирование.
3. Анализ его структурных составляющих с последующим получением суммарных оценок.

Все перечисленные методы имеют ряд существенных недостатков с точки зрения градостроительного планирования овражно-балочных территорий и разработки практических рекомендаций по размещению объектов. Для решения поставленной проблемы в данной работе предложен метод получения количественных оценок и характеристик эстетических свойств урболандшафта на овражно-балочном рельефе.

Оценка эстетического восприятия урболандшафта при статическом положении наблюдателя

При положении наблюдателя в отрицательных формах рельефа (дно оврага, балки) основным зрительным эффектом является «движение» в сторону более активно воздействующего средства. Так, преобладание одного из размеров, например высоты склонов, создает движение по вертикали; при этом глубина и ширина пространства или объема, подчиненная вертикали, ею подавляется. Преобладание глубины пространства определяет собой движение в глубину, активизацию продольной ее оси [4]. В связи с этим можно предложить рекомендации по наиболее благоприятному размещению элементов поперечного профиля оврага. Элементы урболандшафта могут быть описаны правилом «золотого сечения», т. е. геометрической прогрессией со знаменателем 0,618 [5]. Разработанная методика основана на обмерах в относительных единицах поперечного профиля оврага при преобладающем положении видовых точек на дне оврага.

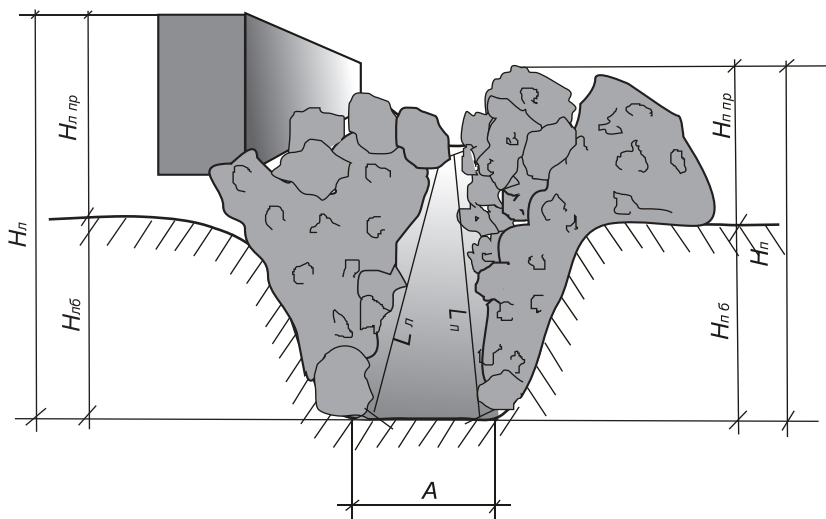


Рис. 1. Расчетная схема эстетического восприятия урбандо ландшафта при статическом положении: L_n , L_d — видимое протяжение оси правой и левой стороны

Для количественной оценки эстетических свойств урбандо ландшафтов (рис. 1) введем показатель объемности вида пространства (K). Это отношение двух объемов пространства — фактического (V_ϕ) и желательного (V_g):

$$K = \frac{V_\phi}{V_g} \quad (1)$$

Теоретически вид урбандо ландшафта в целом и на сложном рельефе в частности должен быть тем лучше, чем ближе этот показатель к единице. В глубоких оврагах, охватывающих узкую полосу, он будет больше единицы, а в широких меньше. Изменять природные показатели рельефа (высоту левого и правого бортов $H_{лб}$, $H_{пб}$, ширину дна A , выполаживать дно L) зачастую невозможно по экологическим и геологическим соображениям, но изменять высоту зеленых насаждений и застройки можно. Показатель объемности может терять свое решающее значение, когда восприятие определяется наличием крупной, ясно видимой издали доминанты, отвлекающей внимание от ближайших объектов.

Вычисление значения показателя объемности K в каждом случае сводится к определению по фотографии или перспективе средней высоты боковых ограничений справа и слева H_n , H_d и их видимого протяжения L_n , L_d . Объем пространства, организуемого осью, определяется произведением средней высоты ограничений на их среднюю длину и на ширину дна оврага. Желательная «идеальная» высота такого объема по правилу «золотого сечения» равна $0,382A$. Тогда в простейшем случае этот объем равен:

$$V_g = 0,386A^2 \cdot L = 0,386A^2 \cdot \frac{L_n + L_d}{2} \quad (2)$$

Фактический объем пространства будет равен:

$$V_\phi = A \cdot \frac{(L_n + L_d) \cdot (H_{лб} + H_{лпр} + H_{пб} + H_{ппр})}{2} \quad (3)$$

$$\text{Следовательно, } K = \frac{H_{\text{лб}} + H_{\text{л пр}} + H_{\text{пб}} + H_{\text{п пр}}}{0,386A} \quad (4)$$

Если в зоне видимости по левую и правую сторону от обозревателя есть препятствия неодинаковой высоты (например, «островное» озеленение бровок, одиночные здания), то показатель объемности вида пространства имеет иное выражение (рис. 2).

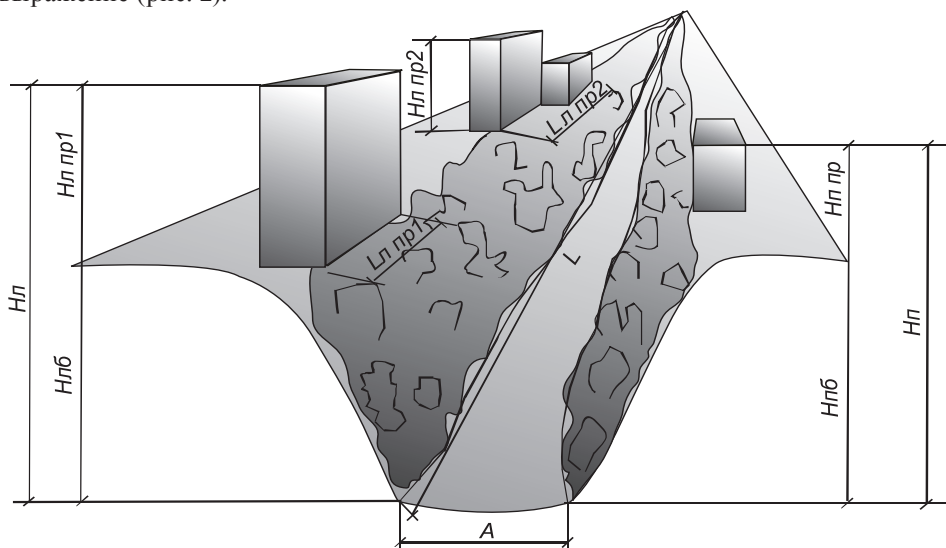


Рис. 2. Расчетная схема эстетического восприятия урболандшафта при статическом положении (неравные размеры боковых препятствий) наблюдателя

В данном случае коэффициент объемности вида пространства находится по формуле:

$$K = \frac{(H_{\text{лб}} + \frac{\sum_{i=1}^n H_{\text{л пр}}^i}{n} + H_{\text{пб}} + \frac{\sum_{i=1}^k H_{\text{п пр}}^i}{k}) \cdot (\frac{\sum_{i=1}^n L_{\text{л}}^i}{n} + \frac{\sum_{i=1}^k L_{\text{п}}^i}{k})}{1,53A \cdot L} \quad (5)$$

где $H_{\text{лб}}$, $H_{\text{пб}}$ – высота левого и правого бортов оврагов; $H_{\text{л пр}}^i$; $H_{\text{п пр}}^i$ – высота препятствий по левому и правому борту; n ; k – количество препятствий по левому и правому борту; $L_{\text{л}}^i$; $L_{\text{п}}^i$ – длина препятствий по левому и правому борту; A – ширина дна оврага, свободная от препятствий; L – длина бокового ограничения видимой зоны дна оврага.

Оценка эстетического восприятия урболандшафта на овражно-балочном рельефе при движении

При изучении эстетических свойств городских оврагов большое значение имеет разграничение продольного пространства оврага на отдельные части, представляющие архитектурно-замкнутые пространства – архитектурные бассейны [6, 7]. Видимое пространство визуального бассейна, зрительно восприни-

маемое из одной точки, оказывает зрительное воздействие в ограниченной сфере архитектурной композиции оврага.

При пешеходном же перемещении или движении в автомобиле, например по дороге на дне оврага, важным фактором является единство и последовательность в развитии ландшафтных образов [6].

Пространственное единство ландшафтных образов оврага, воспринимаемых во времени дискретно, возможно, если прослеживаются согласованность, соразмерность и соподчиненность, ритмичность природных и антропогенных форм.

Границы визуального бассейна, как правило, определяются возвышенностями местности (природного и антропогенного происхождения). В пределах визуального бассейна можно отметить спокойные, геометрически гармонизированные объекты и выделяющиеся на этом фоне объекты, привлекающие к себе внимание. Сила воздействия акцентов возрастает с приближением к композиционным центрам.

Методы и приемы, применяемые при проектировании городских зданий, сооружений, садов, скверов и парков, не могут быть использованы в городских овражно-балочных условиях. В них существуют свои специфические условия восприятия, связанные с пониженным рельефом и движением человека.

В этом случае возникают новые пропорциональные зависимости и их сочетание между собой. Восприятие человеком глубинного пространства оврага – это единый и непрерывный процесс, который осуществляется как во время передвижения, так и во время остановок. Пространственная выразительность при этом, прежде всего, определяется пропорциями, формой и масштабом.

Изучение поля бинокулярного зрения человека с учетом скорости движения [1, 6] выявило некоторое иллюзорное увеличение ширины наземного пространства. Это явление можно объяснить тем, что на переднем плане края свободного пространства дна оврага объекты фиксируются не центральным зрением, а периферическим. С повышением скорости это явление усиливается.

Ученый Н. П. Орнацкий [8] для водителей автомобилей предложил для описания этого эффекта применять эмпирические коэффициенты, которые могут быть использованы для сложного рельефа. Таким образом, коэффициент объемности вида пространства с учетом движения вдоль более протяженной линии направления рельефа определяется по формулам (6, 7).

Для одинаковых по высоте препятствий по бортам оврага

$$K = \frac{H_{\text{лб}} + H_{\text{л пр}} + H_{\text{пб}} + H_{\text{п пр}}}{0,618A} \quad (6)$$

Для неодинаковых по высоте препятствий по бортам оврага

$$K = \frac{(H_{\text{лб}} + \frac{\sum_{i=1}^n H_{\text{л пр}}^i}{n} + H_{\text{пб}} + \frac{\sum_{i=1}^k H_{\text{п пр}}^i}{k}) \cdot (\frac{\sum_{i=1}^n L_{\text{л}}^i}{n} + \frac{\sum_{i=1}^k L_{\text{п}}^i}{k})}{2,45A \cdot L} \quad (7)$$

В процессе движения истинные геометрические размеры объектов искажаются и психологически воспринимаемые размеры далеки от истинных. Это явление представлено на рис. 3.

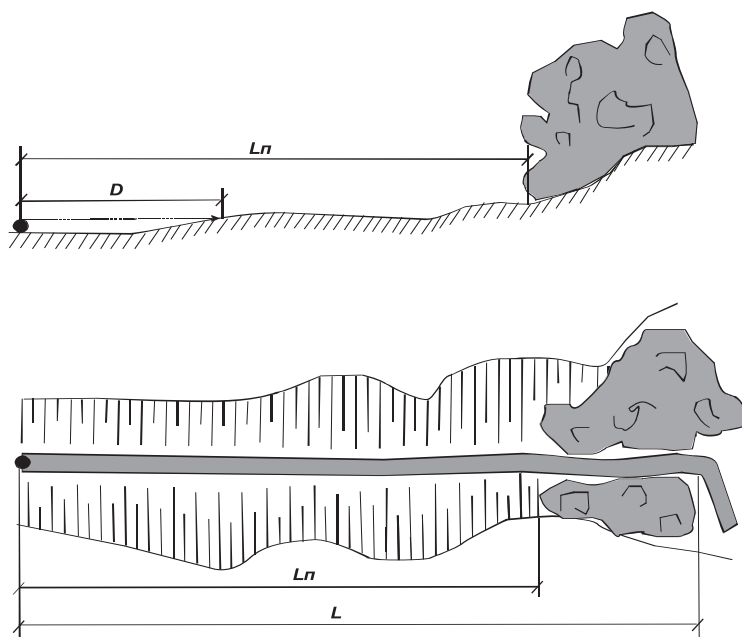


Рис. 3. Восприятие ландшафта на овражно-балочном рельефе при движении: L – длина дороги в плане (по прямой), L_n – психологически воспринимаемая длина; D – зона обзорности

При больших скоростях перемещения, например по автомагистрали, проходящей по дну оврага, при приближении к объектам происходит быстрая смена фаз зрительного восприятия, выражающаяся в следующем:

1. Приблизительное определение общих пропорций.
2. «Расплывчатая» форма.
3. Различение крупных деталей.
4. «Стирание» мелких форм.

При определении ритма в зоне оврага, особенно при движении по его дну, необходимо учитывать, что частые вертикальные элементы задерживают на себе внимание и создают мерцающий стробоскопический эффект при движении.

Этот факт следует учитывать при размещении ограждающих конструкций, элементов озеленения и малых архитектурных форм, предпочитая горизонтальное членение, которое лучше организует форму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Environmental aesthetics: Theory, research and applications / ed. by Jack L. Nasar. – Cambridge ect. : Cambridge univ. press, 1988. – Т. XXVII. – 529 p.
2. Лапшина, Е. А. Динамика влияния природного рельефа на формирование композиции города : дис. ... канд. архитектуры / Е. А. Лапшина. – М., 1995. – 179 с.
3. Халдина, Е. Ф. Композиция в дизайне среды : [плоскость, объем, пространство] / Е. Ф. Халдина. – Челябинск : Полный цвет, 2007. – 175 с.



4. Лебедев, В. В. Заметки о пространственной и эстетической сущности архитектуры / В. В. Лебедев. – М. : Стройиздат, 1993. – 254 с.
5. Николаев, В. А. Ландшафтоведение : эстетика и дизайн / В. А. Николаев. – М. : Аспект Пресс, 2003. – 176 с.
6. Запольский, Ю. И. Архитектурная композиция зданий и сооружений в ландшафтных пространствах автомобильных дорог : автореф. дис. ... д-ра архитектуры / Ю. И. Запольский. – М., 1993. – 42 с.
7. Шимко, В. Т. Основы дизайна и средовое проектирование / В. Т. Шимко. – М. : Архитектура-С, 2007. – 159 с.
8. Орнацкий, Н. П. Благоустройство автомобильных дорог / Н. П. Орнацкий. – М. : Транспорт, 1986. – 121 с.

© И. М. Сеньющенкова, 2010

Получено: 12.02.2010 г.