

УДК 621

В.Л. Зоммер

ФГБОУ ВПО «МГСУ»

СПЕЦИФИКА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛАБОРАТОРИИ ГИДРОМЕХАНИКИ И ГИДРАВЛИКИ

Показана специфика гидравлических и гидротехнических исследований в лаборатории гидромеханики и гидравлики, в том числе научно-технической работы студентов, магистрантов, аспирантов и докторантов кафедры гидравлики и водных ресурсов и кафедры гидротехнического строительства МГСУ. Отображено современное оснащение гидравлической лаборатории. Акцентировано внимание на важнейших темах исследований, входящих в русло сформировавшихся научных школ и направлений. Рассмотрены методические аспекты поставленных задач в рамках научного и образовательного процессов.

Ключевые слова: гидравлические исследования, научно-исследовательская работа, гидротехническое строительство, лазерный доплеровский анемометр, большой гидравлический лоток, лаборатория гидромеханики и гидравлики.

Научной школе «Гидравлические исследования гидротехнических и специальных сооружений», объединяющей кафедру гидравлики и водных ресурсов и кафедру гидротехнического строительства, исполнилось 85 лет. Вклад в развитие различных направлений школы внесли ученые В.Д. Журин, П.Г. Киселев, А.Д. Альтшуль, Е.Д. Мальцев, Н.И. Анисимов, М.П. Богословский, М.М. Гришин, С.Б. Ухов, Ф.Ф. Губин, П.Я. Денисов, М.Ф. Губин, А.Д. Альтшуль, Л.Д. Бельй, С.М. Слиский, А.П. Юфин, В.Я. Карелин, В.К. Тарасов. Сегодня авторитет научной гидравлическо-гидротехнической школы МГСУ поддерживают проф. В.С. Боровков, В.В. Волшаник, И.Е. Михайлов, В.В. Берлин, А.В. Мишуев, Л.Н. Рассказов, А.Л. Зуйков, Н.А. Анискин, Ю.В. Брянская, Г.В. Орехов, В.В. Малаханов и др. [1—6].

При кафедре гидравлики в 1976 г. под руководством В.С. Боровкова была создана гидроэкологическая лаборатория, выполняющая исследования по использованию, регули-

V.L. Zommer

MGSU

FEATURES OF HYDRAULIC AND HYDRO-TECHNOLOGICAL RESEARCH CONDUCTED AT THE LABORATORY OF HYDROMECHANICS AND HYDRAULICS

The author presented the features of hydraulic and hydro-technological investigations at the laboratory of fluid mechanics and hydraulics, including scientific technical works of the students, Master students, postgraduate students and doctoral students of the department of hydraulics and water resources and the department of hydraulic engineering MGSU. The modern equipment of hydraulic laboratory is reflected. The attention is drawn to the most important investigation topics, which included in the formed scientific schools and directions. The methodological aspects of the stated tasks in frames of scientific and educational process are considered.

Key words: hydraulic investigations, scientific and research activity of student, postgraduate and Doctoral students, research and development, hydraulic construction, laser Doppler anemometer, laser-Doppler velocimeter, large hydraulic flume, fluid mechanics and hydraulics laboratory.

Its 85th anniversary of the scientific school "Hydraulic investigations of hydraulic and special constructions", which unites the Department of Hydraulics and Water Resources and the Department of Hydraulic Engineering. Such scientists made their contribution to the development of different school branches as: V.D. Zhurin, P.G. Kiselev, A.D. Al'tshul', E.D. Mal'tsev, N.I. Anisimov, M.P. Bogoslovskiy, M.M. Grishin, S.B. Ukhov, F.F. Gubin, P.Ya. Denisov, M.F. Gubin, A.D. Al'tshul', L.D. Belyy, S.M. Slisskiy, A.P. Yufin, V.Ya. Karelin, V.K. Tarasov. Today the authority of the scientific hydraulic-hyrotechnical school of the MGSU is kept by the professors V.S. Borovkov, V.V. Volshanik, I.E. Mikhaylov, V.V. Berlin, A.V. Mishuev, L.N. Rasskazov, A.L. Zuykov, N.A. Aniskin, Yu.V. Bryanskaya, G.V. Orekhov, V.V. Malakhanov and others [1—6].

Under the direction of V.S. Borovkov a Hydroecological laboratory affiliated to the

рованию и охране водных ресурсов. Сотрудники лаборатории разработали предложения по очистке загрязненных участков русел средних и малых рек, инженерные решения по снижению вторичных загрязнений водных масс рек, озер и водохранилищ и комплексные схемы стабилизации их санитарного состояния. С 1976 по 1999 гг. кафедрой возглавлял профессор А.В. Мишуев, заложивший направление научных работ, связанных с исследованием нестационарных водных потоков и газодинамических явлений. Были выполнены теоретические исследования форм свободной поверхности при частичном разрушении плотины, взаимодействия волны прорыва с зауженным сечением в открытом канале, решены задачи по газодинамике течений, возникающих при горении газо-воздушных смесей, об ускорении турбулентного горения и многие другие задачи обеспечения взрывобезопасности производств [7, 8].

Основные направления научных исследований кафедры гидротехнического строительства и кафедры гидравлики и водных ресурсов всегда были достаточно разнообразны: прочность, устойчивость и сейсмостойкость бетонных и грунтовых плотин; гидравлика водосбросных сооружений; фильтрация через плотину; расчет параметров движения турбулентных и двухфазных потоков; экология водных объектов и др. Традиционно большинство исследований проводится на основе математического и физического натурного и лабораторного моделирования, поэтому большое внимание уделяется оснащению лабораторной базы.

В 2014 г. в МГСУ под руководством заведующего кафедрой гидравлики А.Л. Зуйкова была введена в строй лаборатория гидромеханики и гидравлики для проведения как научных, так и учебных гидравлических и гидротехнических работ (рис. 1). Новейшее оборудование немецкой фирмы G.U.N.T. было закуплено, установлено и отлажено в строго установленные сроки согласно Программе развития ФГБОУ ВПО «МГСУ» на 2010—2019 годы, утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ от 11.06.2010 г. за № 602.

Department of Hydraulics was created in 1976. It carried out the investigations on the use, management and protection of water resources. The laboratory workers developed the suggestions on purifying the polluted areas of average and small river beds, engineering solutions on reducing the secondary pollution of water bodies of rivers, lakes and reservoirs and complex schemes of their sanitary state stabilization. From 1976 to 1999 the Department was headed by the Professor A.V. Mishuev, who established the directions of the scientific activities related to investigation of non-stationary water flows and gas-dynamic phenomena. The theoretical investigations of free surface forms at partial dam destruction, interaction of brake wave with tight section in an open channel, the tasks of gas-dynamics of flows occurring at burning of gas-air mixtures were solved, as well as the tasks on the acceleration of turbulent combustion and many other tasks of production explosion safety provision [7, 8].

The main directions of the scientific investigations of the Department of Hydraulic engineering and the Department of Hydraulics and Water Resources have always been rather diverse: strength, stability and seismic resistance of concrete and earth dams; hydraulics of water disposal facilities; filtration through the dam; calculation of the parameters of turbulent and two-phase flows motion; water objects ecology, etc. Traditionally the majority of the investigations were conducted basing on mathematical and physical full-scale and laboratory simulation. That's why great attention is paid to laboratory equipment.

A year ago under the direction of A.L. Zuykov, a chair of the Department of Hydraulics, the laboratory of Fluid Mechanics and Hydraulics was founded for conducting scientific and educational hydraulic and hydro-technical works (fig. 1). The newest equipment of the German company G.U.N.T. was bought, fixed and debugged in due time according to "The Development Program of MGSU for 2010—2019" affirmed by the direction of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation from 11.06.2010 no. 602.



Рис. 1. Научный руководитель лаборатории гидромеханики и гидравлики профессор А.Л. Зуйков

Fig. 1. Scientific supervisor of the Laboratory of Fluid Mechanics and Hydraulics Professor A.L. Zuykov

На большом гидравлическом лотке G.U.N.T. (рис. 2) устанавливаются масштабированные съемные модели различных гидротехнических сооружений: водосбросные плотины, водосливы практического профиля (рис. 3) или с острой кромкой, лоток Вентури, трубы, водобойные стенки и колодцы, лоток Паршалла, вибрационные сваи, береговой откос и многое другое — все с учебными или исследовательскими целями. Расход воды и некоторые другие параметры регулируются вручную или с использованием компьютерного центра управления, имеющего возможности связи через сеть Интернет с удаленными пользователями. С помощью волногенератора можно моделировать различные волновые процессы. Секции дна с креплениями по всей длине лотка можно заменять аналогами, имитирующими различную природную или искусственную шероховатости: песчаного пляжа, бетонного покрытия или речной гальки.

The scaled removable models of various hydraulic engineering constructions are fixed on a large hydraulic flume G.U.N.T. (fig. 2): water disposal dams, ogee-crested weirs (fig. 3) or ones with sharp edge, Venturi flume, trunks, stilling baffles and basins, Parshall flume, vibratory piles, river banks and lots of other things — with educational and investigation aims. Water expenditure and some other parameters are regulated manually or using the computer management center with the possibilities of communication with remote users via Internet with remote users. It is possible to simulate different wave processes using wave-generator. It is possible to replace the bottom sections with tiers along the whole length with the analogues imitating different natural or artificial roughness: sandy beach, concrete surface or river gravel.

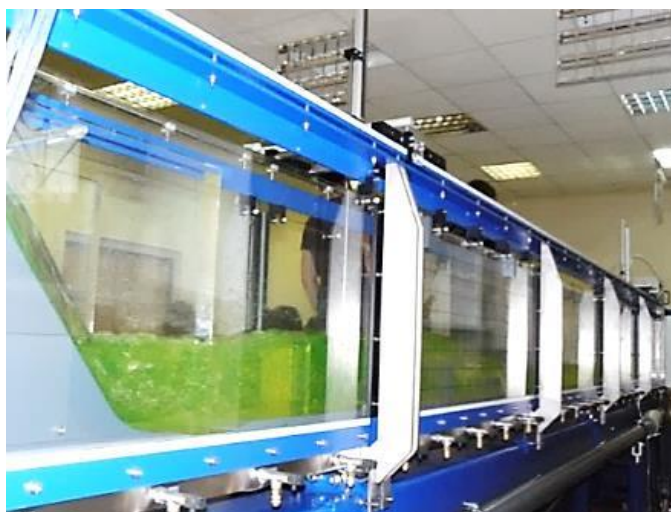


Рис. 2. Большой гидравлический лоток немецкой фирмы G.U.N.T.

Fig. 2. Large hydraulic flume of the German company G.U.N.T.

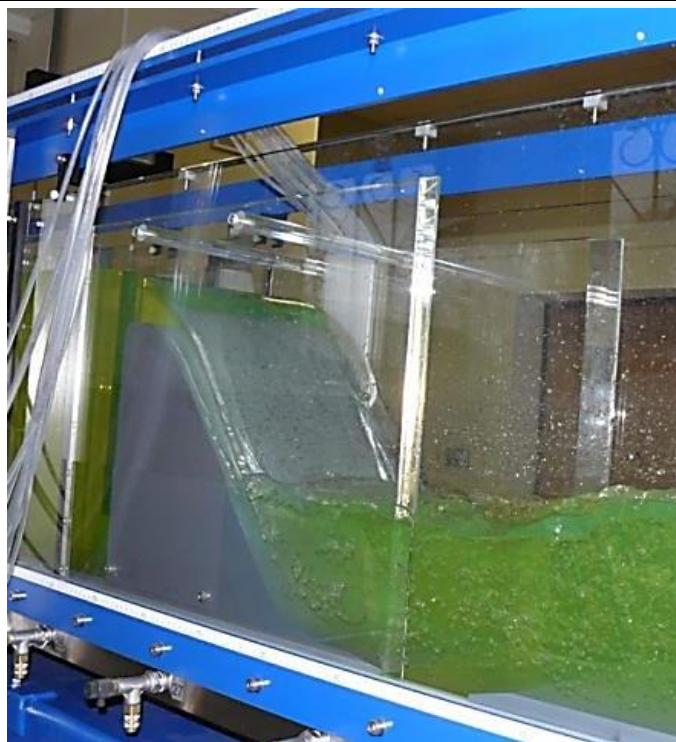


Рис. 3. Водослив практического профиля

Fig. 3. Ogee-crested weir

Одновременно с немецким гидравлическим лотком было закуплено и отечественное высокоточное сертифицированное оборудование от лидера лазерной доплеровской анемометрии — научно-производственной группы из Новосибирского Академгородка: ОАО «ИОИТ» (Институт оптико-электронных информационных технологий) и ИТ СО РАН (Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН). Информация о скорости получается при измерении доплеровского сдвига частоты лазерного света в режиме обратного светорассеяния на взвешенных в потоке и движущихся вместе с ним малых частицах и фазовых неоднородностях.

Прецизионные невозмущающие оптоэлектронные измерения кинематики и структуры многофазных потоков применимы в экспериментальной механике, физике, химии, биологии, медицине, экологии, технике [9]. Лазерный доплеровский анемометр «ЛАД-056» (рис. 4) имеет возможности прецизионного бесконтактного измерения полного трехкомпонентного вектора скорости потоков жидкости, газа или многофазных сред и высокоточное координатно-перемещающее устройство с компьютерным центром управления.

In addition to German hydraulic flume native close control certificated equipment was purchased from the leader of laser Doppler anemometry from the scientific production group from the Novosibirsk science campus, JSC “IOIT” (Institute of Electrooptic Information Technologies) and IT SO RAN (Institute of Thermophysics named after S.S. Kutateladze of the RAS Siberian branch). The information on the speed is obtained at measuring the Doppler drift of laser light frequency in reverse light diffusion mode on small particles and phase nonuniformities weighed in the stream and moving together with it.

The minute noninvasive optoelectronic measurements of kinematics and structure of multiphase streams are applicable in experimental mechanics, physics, chemistry, biology, medicine, ecology, technology [9]. The laser Doppler anemometer “LAD-056” (fig. 4) possesses the possibilities of minute noncontact measurement of the full three-component velocity vector of the flows of liquid, gas or multiphase media and high-accuracy coordinate-shifting device with computer management center.



Рис. 4. Лазерный доплеровский анемометр «ЛАД-056» новосибирского ОАО «ИОИТ»

Fig. 4. Laser Doppler anemometer “LAD-056” of the Novosibirsk JSC “IOIT”

На новейшем лабораторном оборудовании продолжают исследования, начатые гидравликами и гидротехниками А.Д. Альтшулем, В.С. Боровковым, Л.Н. Рассказовым, А.В. Мишуевым, В.К. Тарасовым, В.В. Волшаником, Н.А. Анискиным, А.Л. Зуйковым [10—15].

В лаборатории гидромеханики и гидравлики проводят исследования в рамках докторских диссертаций: заведующий кафедрой гидравлики и водных ресурсов Ю.В. Брянская, профессора Г.В. Орехов и Л.В. Волгина [16—20]. Выполняют исследования по темам кандидатских диссертаций заведующая лабораторией гидромеханики и гидравлики Т.В. Зоммер, аспиранты О.В. Павлова, Г.В. Волгин, И.А. Рылова, Фан Туан Ань, И.Е. Караичев, Фам Ван Нгок. Они работают под руководством профессоров В.С. Боровкова, Ю.В. Брянской, А.А. Комарова, В.В. Волшаника, Л.В. Волгиной [21—27]. Также ведется исследовательская работа в рамках НИР студентов и магистрантов (рис. 5) под руководством опытных преподавателей кафедры.

The investigations undertaken by the hydraulic technicians and hydraulic engineers A.D. Al'tshul', V.S. Borovkovoy, L.N. Raskazov, A.V. Mishuev, V.K. Tarasov, V.V. Volshanik, N.A. Aniskin, A.L. Zuykovoy are continued using the newest laboratory equipment [10—15].

In the Laboratory of fluid mechanics and hydraulics the investigations in frames of Doctoral dissertations are carried out by: chair of the Department of Hydraulics and Water Resources Yu.V. Bryanskaya, Professors G.V. Orekhov and L.V. Volgina [16—20]. The investigations in frames of Candidate dissertations are carried out by the head of the Laboratory of Fluid mechanics and Hydraulics T.V. Zommer, postgraduate students O.V. Pavlova, G.V. Volgin, I.A. Rylova, Phan Tuan Anh, I.E. Karaichev, Pham Van Ngoc — under the supervision of the Professors V.S. Borovkov, Yu.V. Bryanskaya, A.A. Komarov, V.V. Volshanik, L.V. Volgina [21—27]. Also the students and Master students conduct their researches in frames of Research and Development under the supervision of experienced academic staff of the Department (fig. 5).



Рис. 5. Научно-исследовательская работа в лаборатории гидромеханики и гидравлики

Fig. 5. Scientific research work in the Laboratory of Fluid mechanics and Hydraulics

Результаты научных исследований публикуются в сборниках конференций и журналах. Учебно-методическая литература постоянно обновляется. В текущем году произошло знаменательное событие: профессором кафедры гидравлики и водных ресурсов доктором технических наук А.Л. Зуйковым был выпущен 1-й том профильного учебника: «Гидравлика. Основы механики жидкости» [28]. В соавторстве с профессором Л.В. Волгиной готовится и 2-й том учебника «Гидравлика».

Сотрудниками кафедры гидравлики и водных ресурсов и кафедры гидротехнического строительства В.В. Волшаником, Г.В. Ореховым, А.Г. Ходзинской, Т.В. Зоммер, А.В. Мишуевым, А.А. Комаровым были выпущены важные для практического использования монографии и учебные пособия (рис. 6) на бумажном и электронных носителях [29—33]. В данное время разрабатываются новые методические указания для выполнения лабораторных работ на современном лабораторном оборудовании.

The results of the scientific investigations are published in collections of conferences and journals. Learning and teaching literature is constantly renovating. This year an outstanding event took place: Professor of the Department of Hydraulics and Water Resources, Doctor of Technical Sciences A.L. Zuykov published the 1st volume of the specialized textbook: “Hydraulics. Fundamentals of Fluid Mechanics” [28]. The 2nd volume of the textbook ‘Hydraulics’ is being prepared co-authored by the Professor L.V. Volgina.

The members of the department of Hydraulics and Water Resources and the Department of Hydraulic Engineering V.V. Volshanik, G.V. Orekhov, A.G. Khodzinskaya, T.V. Zommer, A.V. Mishuev, A.A. Komarov published monographs and study guides important for practical use (fig. 6) in hard and soft copies [29—33]. At the moment new methodical guidelines for laboratory researches on modern laboratory equipment are being developed.



Рис. 6. Учебно-методическая и научная литература кафедры гидравлики и водных ресурсов, вышедшая в 2014—2015 гг. в издательстве МИСИ — МГСУ

Fig. 6. Academic and scientific literature of the Department of Hydraulics and Water Resources issued in 2014—2015 in MICI—MGSU publishing house

Тематика научно-практических исследований кафедры гидравлики и водных ресурсов актуальна и разнообразна: использование закрученных потоков в гидротехнических сооружениях и аэрация [34, 35], осаждение мелкодисперсных взвесей [36—38], эксплуатация, реконструкция и охрана водных объектов в городе, аварийные взрывы газоздушных смесей в атмосфере [39, 40], управление стоком с территории мегаполиса, гидравлика и гидрология различных сооружений и др.

Для привлечения заказчиков научных исследований лабораторией используются специально разработанные схемы реализации инвестиционно-строительных проектов в энергетическом секторе [41—43]. Сотрудники кафедры участвуют в целевых долгосрочных программах по восстановлению малых рек и водоемов Москвы и Московской области [44]. На выпускающей кафедре должны быть ученые-практики, совмещающие преподавательскую деятельность с научно-практической. Таким преподавателем на кафедре гидравлики и водных ресурсов является директор ОАО «Институт МосводоканалНИИпроект» доктор технических наук профессор Е.И. Пупырев [45, 46], у которого студенты-гидротехники и студенты-экологи проходят практику.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рассказов Л.Н., Анискин Н.А., Желанкин В.Г. Фильтрация в грунтовых плотинах в плоской и пространственной постановке // Гидротехническое строительство. 1989. № 11. С. 26—32.
2. Рассказов Л.Н., Бестужева А.С., Саинов М.П. Бетонная диафрагма как элемент реконструкции грунтовой плотины // Гидротехническое строительство. 1999. № 4. С. 10—16.
3. Рассказов Л.Н., Анискин Н.А., Бестужева А.С., Саинов М.П., Толстиков В.В. Сангтудинский гидроузел: напряженно-деформированное состояние и фильтрация в основании плотины и в обход гидроузла // Гидротехническое строительство. 2008. № 5. С. 45—58.
4. Рассказов Л.Н., Бестужева А.С., Лам Н.Ф. Учет бегущей волны в пространственных задачах сейсмоустойчивости грунтовых плотин // Гидротехническое строительство. 2010. № 11. С. 47—53.
5. Анискин Н.А., Тхань То.В. Прогноз фильтрационного режима грунтовой плотины юмагузинского гидроузла и ее основания // Гидротехническое строительство. 2005. № 6. С. 19—25.

The scientific research topics of the Department of Hydraulics and Water Resources is current and variable: the use of swirl flows in hydraulic engineering constructions and aeration [34, 35], settlement of finely divided suspensions [36—38], operation, reconstruction and preservation of water objects in the city, crash explosions of gas-air mixtures in the atmosphere [39, 40], water control from the metropolis area, hydraulics and hydrology of different structures, etc.

In order to attract customers ordering scientific investigations the laboratory uses the specially developed implementation schemes of invested construction projects in energy sector [41—43]. The department staff participate in long-term target programs for treatment of small rivers and basins of Moscow and Moscow Region [44]. An issuing department should have scientists-practicians, who combine teaching and scientific activity. The Director of JSC “MosvodokanalNIIPROJECT” Institute, Professor of the Department of Hydraulics and Water Resources E.I. Pupyrev [45, 46] is this kind of lecturer. The students-hydraulic engineers and students-ecologists do practical work with him.

REFERENCES

1. Rasskazov L.N., Aniskin N.A., Zhelankin V.G. Fil'tratsiya v gruntovykh plotinakh v ploskoy i prostranstvennoy postanovke [Filtration in Soil Dams in Flat and 3D Statement]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydraulic Engineering]. 1989, no. 11, pp. 26—32. (In Russian)
2. Rasskazov L.N., Bestuzheva A.S., Sainov M.P. Betonnyaya diafragma kak element rekonstruktsii gruntovoy plotiny [Concrete Membrane as an Element of Soil Dam Reconstruction]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydraulic Engineering]. 1999, no. 4, pp. 10—16. (In Russian)
3. Rasskazov L.N., Aniskin N.A., Bestuzheva A.S., Sainov M.P., Tolstikov V.V. Sangtudinskiy gidrouzel: napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie i fil'tratsiya v osnovanii plotiny i v obkhod gidrouzla [Sangtudin Hydroelectric Complex: Stress-Strain State and Filtration in Dam Foundation and Round about the Hydroelectric Complex]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydraulic Engineering]. 2008, no. 5, pp. 45—58. (In Russian)
4. Rasskazov L.N., Bestuzheva A.S., Lam N.Ph. Uchet begushchey volny v prostranstvennykh zadachakh seymoustoychivosti gruntovykh plotin [Account for Progressive Wave in Spatial Problems of Earth Dams Seismic Resistance]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydraulic Engineering]. 2010, no. 11, pp. 47—53. (In Russian)
5. Aniskin N.A., Thanh To.V. Prognoz fil'tratsionnogo rezhima gruntovoy plotiny Yumaguzinskogo gidrouzla i ee osnovaniya [Forecast of Filtration Regime of Soil Dam of Yumaguzinskaya Hydroelectric Complex and its Foundation].

6. *Брянская Ю.В.* Уточнение зависимости Прандтля — Никурадзе для течений в гладких и шероховатых трубах // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1998. № 9. С. 116—120.
7. *Мишуев А.В., Казеннов В.В., Комаров А.А.* Моделирование динамических нагрузок, действующих на строительные конструкции при аварийном взрыве газозоодушных смесей внутри здания // Пожаровзрывобезопасность. 1996. Т. 5. № 1. С. 34—40.
8. *Мишуев А.В., Казеннов В.В., Комаров А.А.* Безопасность промышленных и гражданских объектов при аварийном взрыве газопарозоодушных смесей // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 1996. № 6. С. 8—12.
9. *Кротов С.В., Меледин В.Г., Бакакин Г.В., Кабардин И.К., Наумов И.В., Рахманов В.В.* Система обработки лазерного доплеровского измерителя скорости // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2013/2/248.pdf>. Дата обращения: 15.05.2015.
10. *Алтышуль А.Д., Ляпин В.Ю., Медзвелия М.Л.* Влияние числа Фруда на коэффициент гидравлического трения равномерных открытых потоков // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1991. № 11. С. 102—105.
11. *Медзвелия М.Л., Пипия В.В.* Факторы, влияющие на коэффициент гидравлического трения равномерных открытых потоков // Вестник МГСУ. 2011. № 8. С. 398—402.
12. *Borovkov V.S., Bryanskaya Yu.V.* Transitional resistance calculation with mixing flow in the viscous sublayer // *Hydrotechnical Construction*. 2001. Vol. 35. No. 7. Pp. 353—355.
13. *Брянская Ю.В.* Течение в пристеночном слое и за его пределами (в трубе, канале и пограничном слое) // Вестник МГСУ. 2010. Т. 2. № 4. С. 60—65.
14. *Брянская Ю.В., Байков В.Н., Волынов М.А.* Распределение скоростей и гидравлическое сопротивление при течении в трубах, каналах и речных руслах // Гидротехническое строительство. 2011. № 3. С. 37—39.
15. *Брянская Ю.В., Остякова А.В.* К вопросу об идентичности закономерностей сопротивления и течения в трубах и широких каналах // Межвуз. сб. науч. тр. по гидротехническому и специальному строительству / под ред. А.И. Альхименко, М.Г. Зерцалова. М., 2002. С. 20—26.
16. *Suikova N.V., Bryanskaya Y.V., Borovkov V.S.* Properties of fine technogenic sediments and their effect on channel process and self-purification of river water // *Water Resources*. 2012. No. 39 (2). Pp. 200—207.
6. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydraulic Engineering]. 2005, no. 6, pp. 19—25. (In Russian)
6. *Bryanskaya Yu.V.* Utochnenie zavisimostey Prandtlya—Nikuradze dlya techeniy v gladkikh i sherokhovatykh trubakh [Refinement of the Prandtl—Nikuradze Relation for the Flows in Smooth and Rough Pipes]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo* [News of Higher Educational Institutions. Construction]. 1998, no. 9, pp. 116—120. (In Russian)
7. *Mishuev A.V., Kazennov V.V., Komarov A.A.* Modelirovanie dinamicheskikh nagruzok, deystvuyushchikh na stroitel'nye konstruksii pri avariynom vzryve gazovozdushnykh smesey vnutri zdaniya [Simulation of Dynamic Loads on Building Structures in Case of Crash Explosion of Gas-Air Mixtures inside a Building]. *Pozharovzryvobezopasnost'* [Fire Safety]. 1996, vol. 5, no. 1, pp. 34—40. (In Russian)
8. *Mishuev A.V., Kazennov V.V., Komarov A.A.* Bezopasnost' promyshlennykh i grazhdanskikh ob'ektov pri avariynom vzryve gazoparovozdushnykh smesey [Safety of Industrial and Civil Objects in Case of Crash Explosion of Gas-Air Mixtures]. *Problemy bezopasnosti i chrezvychaynykh situatsiy* [Problems of Safety and Emergencies]. 1996, no. 6, pp. 8—12. (In Russian)
9. *Krotov S.V., Meledin V.G. Bakakin G.V., Kabardin I.K., Naumov I.V., Rakhmanov V.V.* Sistema obrabotki lazernogo doplerovskogo izmeritelya skorosti [Processing System of the Laser Doppler Rate Meter]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2013, no. 2, (In Russian)
10. *Al'tshul' A.D., Lyapin V.Yu., Medzveliya M.L.* Vliyanie chisla Fruda na koeffitsient gidravlicheskogo treniya ravnomernykh otkrytykh potokov [The Influence of Froude Number on the Pipe Friction Number]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo* [News of Higher Educational Institutions. Construction]. 1991, no. 11, pp. 102—105. (In Russian)
11. *Medzveliya M.L., Pipyia V.V.* Faktory, vliyayushchie na koeffitsient gidravlicheskogo treniya ravnomernykh otkrytykh potokov [The Factors Influencing the Pipe Friction Number of Open Uniform Flows]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2011, no. 8, pp. 398—402. (In Russian)
12. *Borovkov V.S., Bryanskaya Yu.V.* Transitional Resistance Calculation with Mixing Flow in the Viscous Sublayer. *Hydrotechnical Construction*. 2001, vol. 35, no. 7, pp. 353—355. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1012899811060>.
13. *Bryanskaya Yu.V.* Tehenie v pristenochnom sloe i za ego predelami (v trube, kanale i pogranchnom sloe) [Flow in the Near-Wall Layer and Outside (in Pipe, Channel and Boundary Layer)]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2010, vol. 2, no. 4, pp. 60—65. (In Russian)
14. *Bryanskaya Yu.V., Baykov V.N., Volynov M.A.* Raspredelenie skorostey i gidravlicheskoe soprotivlenie pri techenii v trubakh, kanalakh i rechnykh ruslakh [Speed Distribution and Hydraulic Resistance in Pipes, Channels and River Beds]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydraulic Engineering]. 2011, no. 3, pp. 37—39. (In Russian)
15. *Bryanskaya Yu.V., Ostyakova A.V.* K voprosu ob identichnosti zakonmernostey soprotivleniya i techeniya v trubakh i shirokikh kanalakh [On the Problem of Regularities' Identity of Resistance and Flow in Pipes and Wide Channels]. *Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov po gidrotekhnicheskomu i spetsial'nomu stroitel'stvu pod redaktsiyey A.I. Al'khimenko, M.G. Zertsalova* [Interuniversity Collection of Scientific Works on Hydraulic and Special Construction under Editorship of A.I. Al'khimenko, M.G. Zertsalov]. Moscow, 2002, pp. 20—26. (In Russian)

17. Ахметов В.К., Волианик В.В., Зуйков А.Л., Орехов Г.В. Моделирование и расчет контрвихревых течений / под ред. А.Л. Зуйкова. М.: МГСУ, 2012. 252 с.
18. Волианик В.В., Орехов Г.В., Зуйков А.Л., Карелин В.Я. Инженерная гидравлика закрученных потоков жидкости // Гидротехническое строительство. 2000. № 11. С. 23—26.
19. Волгина Л.В., Гусак Л.Н., Зоммер Т.В. Гидравлика двухфазных потоков и гидротранспортные системы: учебно-методический комплекс для бакалавров и магистров / под общ. ред. проф. В.К. Тарасова. М., 2013. 92 с.
20. Волгина Л.В., Тарасов В.К., Зоммер Т.В. Экологическое прогнозирование примесей в турбулентном открытом потоке по корреляционной функции и коэффициенту турбулентной диффузии // Вестник МГСУ. 2013. № 5. С. 141—149.
21. Волгина Л.В., Тарасов В.К., Зоммер Т.В. Транспортировка твердых частиц различной формы в потоках со свободной поверхностью воды // Вестник МГСУ. 2012. № 9. С. 83—88.
22. Волгина Л.В., Тарасов В.К., Зоммер Т.В. Влияние характеристик двухфазного потока на эффективность системы гидротранспорта // Интернет-Вестник ВолГАСУ. 2012. № 3 (23). Режим доступа: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/VolginaTarasovZommer-2012_3\(23\).pdf/](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/VolginaTarasovZommer-2012_3(23).pdf/). Дата обращения: 15.05.2015.
23. Волгина Л.В., Зоммер Т.В. Оптимизация гидротранспорта путем анализа распределения скоростей по сечению потока // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2012. № 1. С. 126—131.
24. Ходзинская А.Г., Зоммер Т.В. Высота поднятия частиц донных и взвешенных наносов // Вестник МГСУ. 2014. № 11. С. 161—170.
25. Ходзинская А.Г., Зоммер Т.В. Исследование максимальной высоты поднятия твердых частиц в потоке // Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей: тр. VIII Междунар. науч.-практ. конф. М., 2014. С. 123—136.
26. Волгина Л.В., Морозов А.Г., Зоммер Т.В., Волгин Г.В. Исследование двухфазных потоков применительно к водоугольному топливу // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сб. докл. Междунар. науч. конф. М., 2013. С. 327—332.
27. Волгина Л.В., Зоммер Т.В. Оптимизация гидротранспорта путем анализа распределения скоростей по сечению потока // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2012. № 1. С. 126—131.
16. Suikova N.V., Bryanskaya Y.V., Borovkov V.S. Properties of Fine Technogenic Sediments and Their Effect on Channel Process and Self-Purification of River Water. Water Resources. 2012, no. 39 (2), pp. 200—207. DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/S0097807812020078>.
17. Akhmetov V.K., Volshaniik V.V., Zuykov A.L., Orekhov G.V. *Modelirovanie i raschet kontrvikhrevykh techeniy* [Simulation and Calculation of Counter Vortex Flows]. Moscow, MGSU Publ., 2012, 252 p. (In Russian)
18. Volshaniik V.V., Orekhov G.V., Zuykov A.L., Karelin V.Ya. *Inzhenernaya gidravlika zakruchennykh potokov zhidkosti* [Engineering Hydraulics of Vortex Liquid Flows]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydraulic Engineering]. 2000, no. 11, pp. 23—26. (In Russian)
19. Volgina L.V., Gusak L.N., Zommer T.V. *Gidravlika dvukhfaznykh potokov i gidrotransportnye sistemy. Uchebno-metodicheskiy kompleks dlya bakalavrov i magistrrov* [Hydraulics of Two-Phase Flows and Hydrotransport Systems. Teaching Materials for Bachelor and Master Students]. Moscow, 2013. (In Russian)
20. Volgina L.V., Tarasov V.K., Zommer T.V. *Ekologicheskoe prognozirovanie primesey v turbulentnom otkrytom potoke po korrelyatsionnoy funktsii i koeffitsientu turbulentnoy difuzii* [Ecological Forecasting of Admixtures in an Open Turbulent Flow Based on Correlation Function and Turbulent Diffusion Coefficient]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2013, no. 5, pp. 141—149. (In Russian)
21. Volgina L.V., Tarasov V.K., Zommer T.V. *Transportirovka tverdykh chastits razlichnoy formy v potokakh so svobodnoy poverkhnost'yu vody* [Conveyance of Solid Particles of Arbitrary Shape in Open Flows]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012, no. 9, pp. 83—88. (In Russian)
22. Volgina L.V., Tarasov V.K., Zommer T.V. *Vliyanie kharakteristik dvukhfaznogo potoka na effektivnost' sistemy gidrotransporta* [The Influence of Two-Phase Flow Characteristics on the Efficiency of Hydrotransport System]. *Internet-Vestnik VolgGASU* [Internet Proceedings of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering]. 2012, no. 3 (23). Data access: 15.05.2015. (In Russian)
23. Volgina L.V., Zommer T.V. *Optimizatsiya gidrotransporta putem analiza raspredeleniya skorostey po secheniyu potoka* [Hydrotransport Optimization by Analyzing Speed Distribution along Flow Cross Section]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: problemy i rezul'taty* [Fundamental and Applied Investigations: Problems and Results]. 2012, no. 1, pp. 126—131. (In Russian)
24. Khodzinskaya A.G., Zommer T.V. *Vysota podnyatiya chastits donnykh i vzheshennykh nanosov* [Particles of Bottom and Suspended Sediments: Height of Rise]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2014, no. 11, pp. 161—170. (In Russian)
25. Khodzinskaya A.G., Zommer T.V. *Issledovanie maksimal'noy vysoty podnyatiya tverdykh chastits v potoke* [Investigation of the Maximum Height of Solid Particles' Rise in a Flow]. *Dinamika i termika rek, vodokhranilishch i pribrezhnoy zony morey. Trudy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Dynamics and Thermics of Rivers, Reservoirs and Sea Coastal Areas. Works of the 8th International Science and Practice Conference]. 2014, pp. 123—136. (In Russian)
26. Volgina L.V., Morozov A.G., Zommer T.V., Volgin G.V. *Issledovanie dvukhfaznykh potokov primenitel'no k vodougol'nomu toplivu* [Investigation of Two-Phase Flows in Respect of Water-Coal Fuel]. *Integratsiya, partnerstvo i innovatsii v stroitel'noy nauke i obrazovanii. Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Integration, Partnership and Innovations in Construction Sci-

28. Зуйков А.Л. Гидравлика. Т. 1. Основы механики жидкости : учебник для вузов. М. : МГСУ, 2014. 518 с.
29. Орлов Б.В., Бойкова И.Г., Вошняник В.В. Управление стоком с территории мегаполиса (на примере Москвы). М. : МГСУ, 2014. 330 с.
30. Мамин Р.Г., Орехов Г.В., Байрашева А.А. Урбанизация и экологическая безопасность территории новой Москвы. М. : МГСУ, 2015. 112 с.
31. Ходзинская А.Г., Зоммер Т.В. Гидравлика и гидрология транспортных сооружений : учебное пособие. М., 2014. 92 с.
32. Мишуев А.В. Воздушная ударная волна в сооружениях. М. : МГСУ, 2014. 408 с.
33. Хуснутдинов Д.З., Мишуев А.В., Казеннов В.В., Комаров А.А., Громов Н.В. Аварийные взрывы газоздушных смесей в атмосфере. М. : МГСУ, 2014. 80 с.
34. Зуйков А.Л. Гидродинамика циркуляционных течений. М. : Изд-во АСВ, 2010. 216 с.
35. Пат. RU 856415 МПК А01К63/04. Устройство для аэрации воды в рыбоводных водоемах / А.Л. Зуйков, В.В. Вошняник, А.П. Мордасов. Заявл. 11.11.1979; опубл. 28.03.1981. Бюл. № 31. 4 с.
36. Суйкова Н.В., Маркова И.М., Боровков В.С. Консолидация водонасыщенных мелкодисперсных взвесей и их транспортирование водными потоками // Водоснабжение и санитарная техника. 2007. № 11. С. 49—53.
37. Волинов М.А., Боровков В.С., Маркова И.М., Курочкина В.А. Особенности перемещения и осаждения мелкодисперсной взвеси в водном потоке // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. 2012. № 9 (75). С. 91—96.
38. Брянская Ю.В., Богомолова Т.Г., Маркова И.М. Диффузия соединений тяжелых металлов из загрязненных русловых отложений в речную воду // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 538—543.
39. Комаров А.А. Расчет газодинамических характеристик потоков при аварийных дефлаграционных взрывах на наружных установках // Пожаровзрывобезопасность. 2002. Т. 11. № 5. С. 15—18.
40. Абросимов А.А., Комаров А.А. Механизмы формирования взрывных нагрузок на территории нефтеперерабатывающих комплексов // Нефть, газ и бизнес. 2002. № 6. С. 58—61.
41. Сборщиков С.Б., Маркова И.М. Новые организационные схемы реализации инвестиционно-строительных проектов в энергетическом секторе // Вестник МГСУ. 2010. Т. 5. № 4. С. 335—340.
- ence and Education. Collection of Reports of the International Scientific Conference]. 2013, pp. 327—332. (In Russian)
27. Volgina L.V., Zommer T.V. Optimizatsiya gidrotransporta putem analiza raspredeleniya skorostey po secheniyu potoka [Hydrotransport Optimization by Analyzing Speed Distribution along Flow Cross Section]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: problemy i rezul'taty* [Fundamental and Applied Investigations: Problems and Results]. 2012, no. 1, pp. 126—131. (In Russian)
28. Zuykov A.L. *Gidravlika. Tom 1. Osnovy mekhaniki zhidkosti. Uchebnik dlya vuzov* [Hydraulics. Volume 1. Fundamentals of Fluid Mechanics. Textbook for Higher Institutions]. Moscow, MGSU Publ., 2014, 518 p. (In Russian)
29. Orlov B.V., Boykova I.G., Volshanik V.V. *Upravlenie stokom s territorii megapolisa (na primere Moskvy)* [Discharge Management from Metropolis Area (on the Example of Moscow)]. Moscow, MGSU Publ., 2014, 330 p. (In Russian)
30. Mamin R.G., Orekhov G.V., Bayrasheva A.A. *Urbanizatsiya i ekologicheskaya bezopasnost' territorii novoy moskvy* [Urban Development and Ecological Safety of New Moscow Territory]. Moscow, MGSU Publ., 2015, 112 p. (In Russian)
31. Khodzinskaya A.G., Zommer T.V. *Gidravlika i gidrologiya transportnykh sooruzheniy. Uchebnoe posobie* [Hydraulics and Hydrology of Transport Constructions. Study Guide]. Moscow, 2014, 92 p. (In Russian)
32. Mishuev A.V. *Vozdushnaya udarnaya volna v sooruzheniyakh* [Air Shock Wave in Constructions]. Moscow, MGSU Publ., 2014, 408 p. (In Russian)
33. Khusnutdinov D.Z., Mishuev A.V., Kazennov V.V., Komarov A.A., Gromov N.V. *Avariynye vzryvy gazovozdushnykh smesey v atmosfere* [Crash Explosions of Gas-Air Mixtures in the Atmosphere]. Moscow, MGSU Publ., 2014, 80 p. (In Russian)
34. Zuykov A.L. *Gidrodinamika tsirkulyatsionnykh techeniy* [Hydrodynamics of Vortex Flows]. Moscow, ASV Publ., 2010, 216 p. (In Russian)
35. Zuykov A.L., Volshanik V.V., Mordasov A.P. *Ustroystvo dlya aeratsii vody v rybovodnykh vodoemakh. Patent na izobretenie RUS 856415 11.11.1979* [Russian Patent 856415 11.11.1979. Device for Water Aeration in Fish-Breeding Reservoirs. (In Russian)
36. Suykova N.V., Markova I.M., Borovkov V.S. *Konsolidatsiya vodonasyschennykh melkodispersnykh vzvesey i ikh transportirovanie vodnymi potokami* [Consolidation of Waterlogged Finely-Divided Suspensions and their Transportation by Water Flows]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Technique]. 2007, no. 11, pp. 49—53. (In Russian)
37. Volynov M.A., Borovkov V.S., Markova I.M., Kurochkin V.A. *Osobennosti peremeshcheniya i osazhdeniya melkodispersnoy vzvesi v vodnom potoke* [Features of Motion and Settlement of Finely-Divided Suspensions in Water Flow]. *Zhurnal nauchnykh publikatsiy aspirantov i doktorantov* [Journal of Scientific Publications of Postgraduate and Doctoral Students]. 2012, no. 9 (75), pp. 91—96. (In Russian)
38. Bryanskaya Yu.V., Bogomolova T.G., Markova I.M. *Difuziya soedineniy tyazhelykh metallov iz zagryaznennykh ruslovykh otlozheniy v rechnuyu vodu* [Diffusion of Heavy Metals Compounds from Polluted Channel Deposits to River Water]. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction]. 2010, no. 3, pp. 538—543. (In Russian)
39. Komarov A.A. *Raschet gazodinamicheskikh kharakteristik potokov pri avariynnykh deflagratsionnykh vzryvakh na naruzhnykh ustanovkakh* [Calculation of Gas-Dynamic Characteristics of the Flows at Crash Deflagration Explosions at Outdoor Units]. *Pozharovzryvobezopasnost'* [Fire Safety]. 2002, vol. 11, no. 5, pp. 15—18. (In Russian)

42. Морозенко А.А. Синергетический подход к повышению гибкости структуры инвестиционно-строительного проекта на основе критерия устойчивости Найквиста — Михайлова // Вестник МГСУ. 2012. № 8. С. 203—206.

43. Морозенко А.А. Особенности жизненного цикла и этапы разработки инвестиционно-строительного проекта // Вестник МГСУ. 2013. № 6. С. 223—228.

44. Маркова И.М., Печников В.Г. О целевой долгосрочной программе по восстановлению малых рек и водоемов Москвы на период до 2010 года // Проекты развития инфраструктуры города. 2004. № 4. С. 170—174.

45. Примин О.Г., Пупырев Е.И., Вaryushina Г.П. Системное решение проблем уборки и утилизации снега в Москве // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. № 4. С. 37—46.

46. Пупырев Е.И., Шеломков А.С. Экономическое обоснование экологически безопасных технологий очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2014. № 1. С. 5—13.

Поступила в редакцию в мае 2015 г.

40. Abrosimov A.A., Komarov A.A. Mekhanizmy formirovaniya vzyrnykh nagruzok na territorii neftepererabatyvayushchikh kompleksov [Mechanism of Forming Crash Loads on the Territory of Refining Complexes]. *Neft', gaz i biznes* [Oil, Gas and Business]. 2002, no. 6, pp. 58—61. (In Russian)

41. Sborshchikov S.B., Markova I.M. Novye organizatsionnye skhemy realizatsii investitsionno-stroitel'nykh proektov v energeticheskom sektore [New Organic Schemes of Construction Investment Projects' Implementation in Energy Sector]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2010, no. 4, vol. 5, pp. 335—340. (In Russian)

42. Morozenko A.A. Sinergeticheskiy podkhod k povysheniyu gibkosti struktury investitsionno-stroitel'nogo projekta na osnove kriteriya ustoychivosti Naykvista — Mikhaylova [Synergetic Approach to Improvement of the Structural Flexibility of an Investment Construction Project on the Basis of the Nyquist — Mikhailov Criterion of Stability]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012, no. 8, pp. 203—206. (In Russian)

43. Morozenko A.A. Osobennosti zhiznennogo tsikla i etapy razrabotki investitsionno-stroitel'nogo projekta [Features of the Life Cycle and Phases of Development of an Investment Construction Project]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2013, no. 6, pp. 223—228. (In Russian)

44. Markova I.M., Pechnikov V.G. O tselevoy dolgosrochnoy programme po vosstanovleniyu malykh rek i vodoemov Moskvy na period do 2010 goda [On the Target Long-term Program on Rehabilitation of Small Rivers and Reservoirs of Moscow for the Period up to 2010]. *Proekty razvitiya infrastruktury goroda* [Projects of City Infrastructure Development]. 2004, no. 4, pp. 170—174. (In Russian)

45. Primin O.G., Pupyrev E.I., Varyushina G.P. Sistemnoe reshenie problem uborki i utilizatsii snega v Moskve [Comprehensive Solution of the Problems of Snow Removal and Disposal]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Technique]. 2015, no. 4, pp. 37—46. (In Russian)

46. Pupyrev E.I., Shelomkov A.S. Ekonomicheskoe obosnovanie ekologicheskii bezopasnykh tekhnologiy ochistki stochnykh vod [Economical Justification of Ecologically Safe Technologies of Waste Water Treatment]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Engineering]. 2014, no. 1, pp. 5—13. (In Russian)

Received in May 2015.

Об авторе: **Зоммер Виктор Леонидович** — магистрант, техник лаборатории гидромеханики и гидравлики кафедры гидравлики и водных ресурсов, **Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, ZommerTV@mgsu.ru.

About the author: **Zommer Viktor Leonidovich** — technologist, Laboratory of Fluid Mechanics and Hydraulics, Department of Hydraulics and Water Resources, Master student, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ZommerTV@mgsu.ru.

Для цитирования:

Зоммер В.Л. Специфика гидравлических и гидротехнических научных исследований в лаборатории гидромеханики и гидравлики // Строительство: наука и образование. 2015. № 2. Ст. 5. Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.

For citation:

Zommer V.L. Spetsifika gidravlicheskiy i gidrotekhnicheskikh nauchnykh issledovaniy v laboratorii gidromekhaniki i gidravliki [Features of Hydraulic and Hydro-Technological Research Conducted at the Laboratory of Hydromechanics and Hydraulics]. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2015, no. 2, paper 5. Available at: <http://www.nso-journal.ru>. (In Russian)