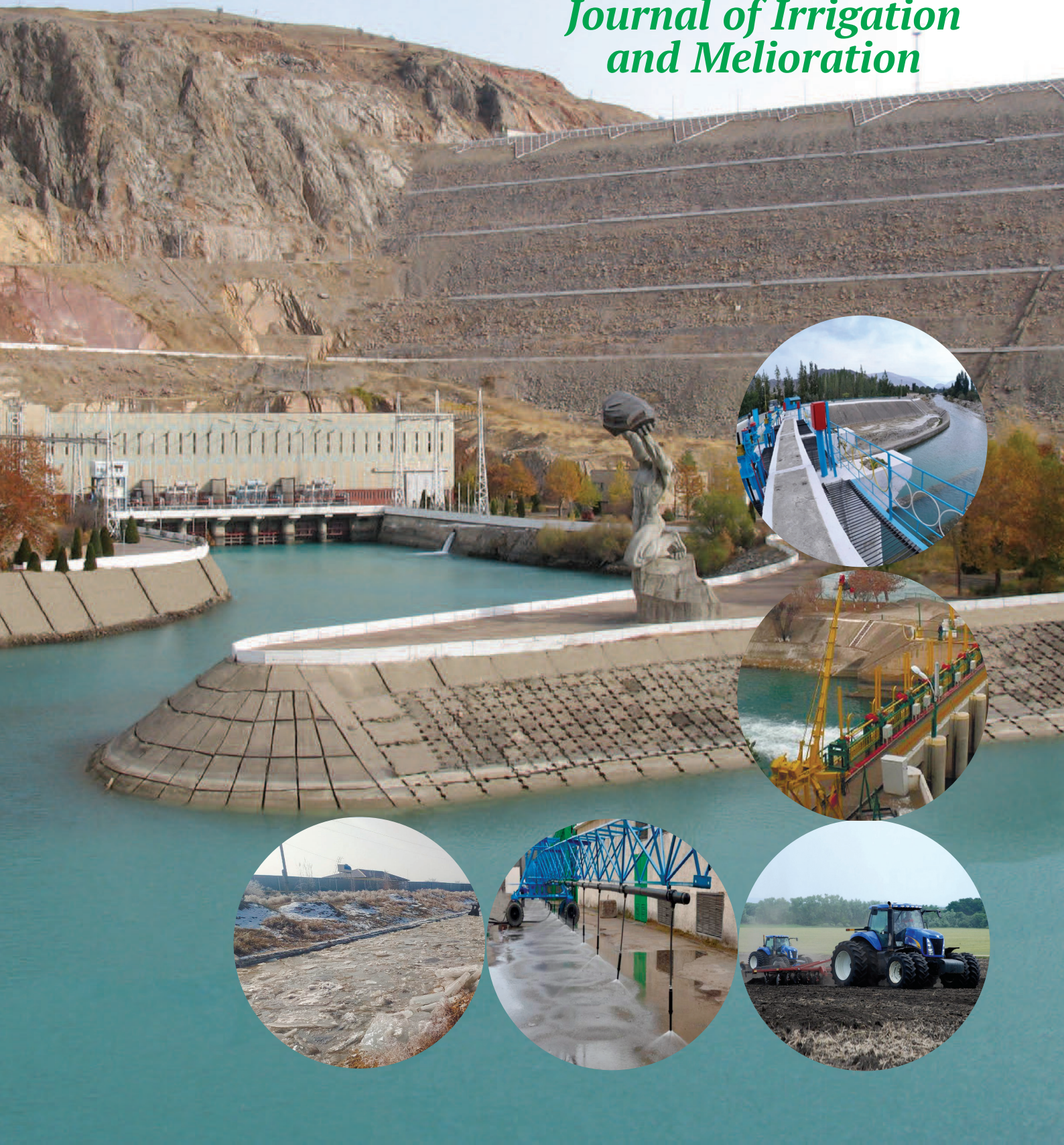


IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

Maxsus son.2022

*Journal of Irrigation
and Melioration*



Бош муҳаррир:

Султанов Тахиржон Закирович
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”
Миллий тадқиқот университети
Илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори, техника фанлари доктори, профессор

Илмий муҳаррир:

Салоҳиддинов Абдулҳаким Темирхўжаевич
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”
Миллий тадқиқот университети
Халқаро ҳамкорлик бўйича проректори, техника фанлари доктори, профессор

Муҳаррир:

Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”
Миллий тадқиқот университети, техника фанлари номзоди, доцент

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ ТАРКИБИ:

Мирзаев Б.С., техника фанлари доктори, профессор, “ТИҚХММИ” МТУ ректори; **Хамраев Ш.Р.**, қишлоқ хўжалик фанлари номзоди, Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазири; **Ишанов Х.Х.**, техника фанлари номзоди, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси бош мутахассиси; **Салимов О.У.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Мирсаидов М.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Хамидов М.Х.**, қишлоқ хўжалик фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Бакиев М.Р.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Рамазанов О.Р.**, қишлоқ хўжалик фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Исаков А.Ж.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Арифжанов А.М.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Маткаримов П.Ж.**, техника фанлари доктори, НМТИ профессори; **Икрамов Р.К.**, техника фанлари доктори, ИСМИТИ профессори; **Шеров А.Г.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Умаров С.Р.**, иқтисод фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Исмаилова З.**, педагогика фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Худаяров Б.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Султанов Б.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Абдуллаев Б.Д.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Каримов Б.К.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Худойбердиев Т.С.**, техника фанлари доктори, АндҚХАИ профессори; **Янгиев А.А.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори.

ТАҲРИР КЕНГАШИ ТАРКИБИ:

Ватин Николай Иванович, т.ф.д., Буюк Пётр Санкт-Петербург политехника университети профессори; **Иванов Юрий Григорьевич**, т.ф.д., К.А. Тимирязев номидаги МҚХА – Россия давлат аграр университети профессори, А.Н.Костяков номидаги Мелиорация, сув хўжалиги ва қурилиш институти директори в.б.; **Козлов Дмитрий Вячеславович**, т.ф.д., Москва давлат қурилиш университети профессори, Гидротехника ва Гидроэнергетика қурилиши факультетининг “Гидравлика ва Гидротехника қурилиши” кафедраси мудири; **Lubos Jurik**, associate professor at “Department of Water Resources and Environmental Engineering” of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Коваленко Петр Иванович**, т.ф.д., Украина қишлоқ хўжалиги фанлари Миллий академияси академиги, Мелиорация ва сув ресурслари илмий-тадқиқот институти директор маслаҳатчиси, профессор; **Ханов Нартмир Владимирович**, профессор, К.А.Тимирязев номидаги МҚХА – Россия давлат аграр университетининг “Гидротехника иншоотлари” кафедраси мудири; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal; **Айнабеков Алпысбай Иманкулович** – т.ф.д., М.Ауезов номидаги Жанубий-Қозоғистон давлат университетининг “Механика ва машинасозлик” кафедраси профессори. **Элдиар Дилятов** – PhD, Миллий Фанлар Академияси Геология институти тадқиқотчи олим, Қирғизистон. **Гисела Домеж** – Милан-Бикокка университети, Ер ва атроф-муҳит фанлари кафедраси профессори, Италия. **Молдамуратов Жангазы Нуржанович** – PhD, М.Х.Дулати номидаги Тараз минтақавий университети, “Материаллар ишлаб чиқариш ва қурилиш” кафедраси мудири, доцент, Қозоғистон. **Муминов Абулкосим Оманкулович** – география фанлари номзоди, Тожикистон Миллий университети Физика факультети метеорология ва иқлимшунослик кафедраси катта ўқитувчиси. Тожикистон. **Мирзохонова Ситора Олтибоевна** – техника фанлари номзоди, Физика факультети метеорология ва иқлимшунослик кафедраси катта ўқитувчиси. Тожикистон Миллий Университети. Тожикистон. **Исмаил Мондиал** – Калкутта университети Хорижий докторантура факультети профессори, Хиндистон. **Исанова Гулнора Толегеновна** – PhD, У.У. Успанов номидаги Тупроқшунослик ва Агроқимё ИТИ “Тупроқ экологияси” кафедраси доценти, етакчи илмий ходим, Қозоғистон. **Комиссаров Михаил** – PhD, Уфа Биология институти, Тупроқшунослик лабораторияси катта илмий ходими, Россия. **Аяд М. Фадхил Ал-Қурайши** – PhD, Тишк халқаро университети, Муҳандислик факультети, Фуқаролик муҳандислиги бўлими профессори, Ироқ. **Ундрақш-Од Баатар** – Марказий Осиё Тупроқшунослик жамияти раҳбари, профессор, Монголия.

Муассис: “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” МТУ.

Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори-Ниёзий, 39. <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: i_m_jurnal@tiame.uz

«Irrigatsiya va Melioratsiya» журнали илмий-амалий, аграр-иқтисодий соҳага ихтисослашган.

Журнал Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлигида 2015 йил 4 мартда 0845-рақам билан рўйхатга олинган.

Обуна индекси: 1285.

Дизайнер: Маликова Мадинахон



Журнал «SILVER STAR PRINT» МЧЖ босмахонасида чоп этилди.

Манзил: Тошкент шаҳри, Учтепа тумани, 22-мавзе, 17-уй. Буюртма №3. Адади 400 нусха.

Главный редактор:
Султанов Тахиржон Закирович
доктор технических наук, профессор,
проректор по научной работе и инновациям
Национальный исследовательский университет
“Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

Научный редактор:
Салохиддинов Абдулхаким Темирхужаевич
доктор технических наук, профессор,
проректор по международному сотрудничеству
Национальный исследовательский университет
“Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

Редактор:
Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич
кандидат технических наук, доцент,
Национальный исследовательский университет
“Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Мирзаев Б.С., доктор технических наук, профессор, ректор НИУ “ТИИИМСХ”; **Хамраев Ш.Р.**, кандидат технических наук, Министр водного хозяйства Республики Узбекистан; **Ишанов Х.Х.**, кандидат технических наук, главный специалист Кабинета Министров Республики Узбекистан; **Салимов О.У.**, доктор технических наук, академик АНРУз; **Мирсаидов М.**, доктор технических наук, академик АНРУз; **Хамидов М.Х.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Бакиев М.Р.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Рамазанов О.Р.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Исаков А.Ж.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Арифжанов А.М.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Маткаримов П.Ж.**, доктор технических наук, профессор НИТИ; **Икрамов Р.К.**, доктор технических наук, профессор НИИИВП; **Шеров А.Г.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Умаров С.Р.**, доктор экономических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Исмаилова З.**, доктор педагогических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Худаяров Б.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Султанов Б.**, доктор экономических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Абдуллаев Б.Д.**, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Каримов Б.К.**, профессор НИУ “ТИИИМСХ”; **Худойбердиев Т.С.**, доктор технических наук, профессор АндИСХА; **Янгиев А.А.**, доктор технических наук, профессор НИУ “ТИИИМСХ”.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Ватин Николай Иванович, д.т.н., профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, (Россия); **Иванов Юрий Григорьевич**, д.т.н., профессор Российской государственной аграрной университета МСХА имени К.А.Тимирязева, и.о. директора института Мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н.Костякова, (Россия); **Козлов Дмитрий Вячеславович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедры “Гидравлика и гидротехническое строительство” факультета гидротехнического и гидроэнергетического строительства, (Россия) Московского государственного строительного университета; **Lubos Jurik**, associate professor at “Department of Water Resources and Environmental Engineering” of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Коваленко Петр Иванович**, д.т.н., профессор, Академик Национальной академии сельскохозяйственных наук Украины, Советник директора Научно-исследовательского института Мелиорации и водных ресурсов; **Ханов Нартмир Владимирович**, профессор, заведующий кафедрой “Гидротехнические сооружения” ФГБОУ ВО РГАУ -МСХА имени К.А.Тимирязева; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal; **Айнабеков Алпысбай Иманкулович**, д.т.н., профессор кафедры “Механика и машиностроение” Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова; **Элдиар Дилятов**, PhD, научный сотрудник Института геологии Национальной академии наук Кыргызстана; **Гисела Домеж**, Университет Милана-Бикокка, профессор наук о Земле и окружающей среде, Италия; **Молдамуратов Жангазы Нуржанович**, PhD, Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати, заведующий кафедрой «Материалопроизводство и строительство», доцент, Казахстан; **Муминов Абулкосим Оманкулович**, Кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры метеорологии и климатологии физического факультета Национального университета Таджикистана. Таджикистан; **Мирзохонова Ситора Олтибоевна**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры метеорологии и климатологии физического факультета. Национальный университет Таджикистана. Таджикистан; **Исмаил Мондиал**, профессор факультета иностранных докторантов Калькуттского университета, Индия; **Исанова Гулнора Толегеновна**, PhD, доцент кафедры экологии почв НИИ почвоведения и агрохимии им. Ю.У.Успанова, ведущий научный сотрудник, Казахстан; **Комиссаров Михаил**, PhD, Уфимский биологический институт, старший научный сотрудник лаборатории почвоведения, Россия; **Аяд М. Фадхил Ал-Кураиши**, PhD, Тишский международный университет, инженерный факультет, профессор гражданского строительства, Ирак; **Ундракш-Од Баатар**, председатель Центральноазиатского общества почвоведов, профессор, Монголия.

Учредитель: НИУ “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”.

Наш адрес: 100000, г. Ташкент, улица Кары - Ниязий, 39. <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: i_m_jurnal@tiame.uz

Журнал «Irrigatsiya va Melioratsiya» специализируется в научно-практической, аграрно-экономической сферах.

Журнал зарегистрирован Узбекским агентством по печати и информации 4 марта 2015 года за № 0845.

Индекс подписки: 1285.

Дизайнер: Маликова Мадинахон



Журнал изготовлен в ООО «SILVER STAR PRINT».

Адрес: г. Ташкент, Учтепинский район, 22 кв., дом 17. Заказ №3. Тираж 400 штук.

Chief Editor:

Sultanov Takhirjon

Vice-rector for scientific researches and innovations

Professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"
National Research University, Doctor of technical sciences

Scientific Editor:

Salohiddinov Abdulkhakim

Vice-rector for international cooperation

Professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"
National Research University, Doctor of technical sciences

Editor:

Hodjaev Saidakram

Associate professor at "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"
National Research University, Candidate of technical sciences

EDITORIAL TEAM:

Mirzaev B., doctor of technical sciences, professor, rector of "TIAME" NRU; **Khamraev Sh.**, candidate of technical sciences, minister of the Water Resources of the Republic of Uzbekistan; **Ishanov H.**, candidate of technical sciences, chief specialist Cabinet Ministers of the Republic of Uzbekistan; **Salimov O.**, doctor of technical sciences academician of ASRUz; **Mirsaidov M.**, doctor of technical sciences academician of ASRUz; **Khamidov M.**, doctor of agricultural sciences, professor "TIAME" NRU; **Bakiev M.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Ramazanov O.**, doctor of agricultural sciences, professor "TIAME" NRU; **Isakov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Arifjanov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Matkarimov P.J.**, doctor of technical sciences, professor NETI; **Ikramov R.**, doctor of technical sciences, professor SRIIWP; **Sherov A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Umarov S.**, doctor of economic sciences, professor "TIAME" NRU; **Ismailova Z.**, doctor of pedagogical sciences, professor "TIAME" NRU; **Khudayarov B.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU; **Sultonov B.**, professor "TIAME" NRU; **Abdullaev B.D.**, professor "TIAME" NRU; **Karimov B.K.**, professor "TIAME" NRU; **Xudoyberdiyev T.S.**, professor Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies; **Yangiev A.A.**, doctor of technical sciences, professor "TIAME" NRU;

EDITORIAL COUNCIL:

Vatin Nikolay Ivanovich, doctor of technical sciences, professor Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, (Russia); **Ivanov Yuriy Grigorievich**, doctor of technical sciences, professor Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, executive director of Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov (Russia); **Kozlov Dmitriy Vyacheslavovich**, doctor of technical sciences, professor Moscow State University of Civil Engineering – Head of the Department Hydraulics and Hydraulic Engineering Construction of the Institute of Hydraulic Engineering and Hydropower Engineering, (Russia); **Lubos Jurik**, associate professor at "Department of Water Resources and Environmental Engineering" of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Kovalenko Petr Ivanovich**, doctor of technical sciences, Academician of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Advisor to the Director of the Research Institute of Melioration and Water Resources, Professor; **Xanov Nartmir Vladimirovich**, professor, Head of the Department of Hydraulic Structures RSAU – MAA named after K.A.Timiryazev; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal. **Ainabekov Alpysbay Imankulovich**, doctor of technical sciences, professor of the Department Mechanics and mechanical engineering, South Kazakhstan State University named after M.Auezov; **Eldiir Duulatov**, PhD, Researcher at the Institute of Geology of the National Academy Sciences of Kyrgyzstan. **Gisela Domej**, University of Milan-Bicocca, Professor of Department of Earth and Environmental Sciences, Italy; **Moldamuratov Jangazy Nurjanovich**, PhD, Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, Head of the Department of Material Production and Construction, Associate Professor, Kazakhstan; **Muminov Abulkosim Omankulovich**, Candidate of Geographical Sciences, Senior Lecturer, Department of Meteorology and Climatology, Faculty of Physics, National University of Tajikistan. Tajikistan; **Mirzoxonova Sitora Oltiboevna**, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Meteorology and Climatology, Faculty of Physics. National University of Tajikistan. Tajikistan. **Ismail Mondial**, Professor at the Department of Foreign Doctoral Students, Calcutta University, India; **Isanova Gulnura Tolegenovna**, PhD, Associate Professor, Department of Soil Ecology, Research Institute of Soil Science and Agrochemistry. Yu.U.Uspanova, Leading Researcher, Kazakhstan; **Komissarov Mixail**, PhD, Ufa Biological Institute, Senior Researcher, Laboratory of Soil Science, Russia; **Ayad M. Fadxil Al-Quraishi**, PhD, Tish International University, Faculty of Engineering, Professor of Civil Engineering, Iraq; **Undrakh-Od Baatar**, Chairman of the Central Asian Society of Soil Scientists, professor, Mongolia;

Founder: "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University.

Our address: 39, Kari-Niyazi str., Tashkent 100000 Uzbekistan <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: i_m_jurnal@tiame.uz

The journal of "Irrigatsiya va Melioratsiya" specializes in scientific-practical, agrarian and economic spheres.

The journal was registered by the Uzbek Agency for Press and Information on March 4, 2015, under № 0845.

Subscription index is 1285.

Desingner: Malikova Madinakhon



The journal was published by LLC SILVER STAR PRINT.

Address: Tashkent, Uchtepa district, 22., house 17. Order №. 3. Circulation 400 pieces.

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

<i>Д.Э.Нуров</i> Ѓўзани суғоришда сувнинг маҳсулдорлиги.....	9
<i>А.Муратов, З.Канназарова</i> Zonal features of environmental-meliorative stability of the functioning of drainage systems and their operation.....	14
<i>Ҳ.Ш.Ғаффоров, Н.О.Олимжонов, Ш.А.Бахронова, С.Ш.Йўлдошева</i> Яккабоғ дарёси оқимининг йиллараро ўзгариши таҳлилий натижалари.....	19
<i>Х.Ж.Хайитов, С.С.Иброхимов</i> Суғориладиган ер майдонларини йўқламадан ўтказишда инновацион технологияларни қўллаш усулларини такомиллаштириш.....	22
<i>З.Ф.Худоёр</i> Ўмғирлатиб суғоришда сув томчисининг буғланиши	27
<i>М.Отахонов, Д.Э.Атакулов, И.Б.Зокиров</i> Суғориш каналларида оқимнинг ташувчалигини баҳолаш ва ҳисоблаш усуллари.....	29

ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

<i>А.А.Янгиев, Д.С.Аджимурастов, Ш.Н.Азизов, Ш.С.Панжиев</i> Томчилатиб суғориш технологиясида сув тиндиргич иншоотлари бўйича олиб борилган дала тадқиқотлари натижалари (Зарафшон ҳавзаси мисолида).....	35
<i>Т.З.Султанов, М.М.Мирсаидов, Э.С.Тошматов, Ж.А.Ярашов</i> Оценка динамического поведения неоднородных сооружений с учетом нелинейных и вязкоупругих свойств материала.....	42
<i>М.А.Исмаилов, Ф.О.Касимов, Р.Р.Раҳматуллаев</i> Гидравлик иншоотлар затворларини бошқариш тизими ишининг аниқлигини баҳолаш моделини ишлаб чиқиш.....	46
<i>М.Р.Бакиев, Ш.А.Джаббарова, Х.Х.Хасанов</i> Определение время понижения депрессионной поверхности в переходных зонах при плавном и мгновенном снижении уровня воды в водохранилище.....	50
<i>Т.М.Мавланов, Э.С.Тошматов, А.О.Райимов</i> Напряженно-деформированное состояние призматических слоистых элементов гидротехнических сооружений.....	56
<i>М.Р.Бакиев, Н.Бабажанова, Х.Хасанов, У.Машарифов</i> Прогнозные объёмы увеличения емкости руслового водохранилище Туямуянского гидроузла с использованием гистехнологий.....	59
<i>Б.Э.Норкулов, Ш.М.Назарова, Д.А.Каландарова, А.И.Курбонов, А.И.Курбонов</i> Исследование процесса интенсивных местных перестроений легкоразмываемого русла на среднем участке р. Амударья	64
<i>М.Р.Бакиев, А.Б.Халимбетов</i> Параметры потока, стесненного комбинированной дамбой на предгорных участках рек.....	68
<i>Ф.Ш.Шаазизов, О.Ф.Воҳидов</i> Слияние потока речных систем бассейнов рек Пскем и Коксу.....	75
<i>М.Аkhmedov, E.Toshmatov</i> Analysis and assessment of the technical condition of earth dams and dammed lakes of the republic of Uzbekistan.....	79

<i>Д.Р.Базаров, Б.Р.Уралов, А.Т.Норкобилов, О.Ф.Вохидов, Д.Б.Арзиева, Д.А.Каландарова</i> Теоретические модели и зависимости для расчета интенсивности гидроабразивного износа рабочих деталей насосов.....	83
<i>А.Абдувалиев</i> Правовые основы гармонизации национальных норм проектирования гидротехнических сооружений с международными нормами.....	87
<i>З.К.Шукурлов, Б.Ш.Юлдошев</i> Эластик ёпишқоқ суықликларда Шулъман-Хусид моделининг модификациясидан фойдаланиш, бу моделдан Ньютон, Максвел моделларини келтириб чиқариш.....	91
<i>Т.Д.Муслимов, Ф.Р.Юнусова, А.Р.Муратов</i> Гидротехник бетонларнинг туташуш зоналаридаги цемент тошининг структураланишига маҳаллий тўлдирувчиларнинг таъсири.....	94
<i>А.А.Янгиев, Д.С.Аджимуратов, О.А.Муратов, Ш.Н.Панжиев, Ш.Н.Азизов</i> Қашқадарё вилояти "Лангар" сел-сув омбори сув келтирувчи ўзанида лойқа-чўкиндиларни бошқариш бўйича чора-тадбирлари.....	100
<i>М.Р.Бакиев, Н.Рахматов</i> Ростловчи иншоотнинг такомиллашган конструкцияси.....	106
<i>В. Khudayarov, F. Turaev, S. K. Shamsitdinov</i> Aerolastic vibrations and stability of viscoelastic plates taking into account the sweep.....	112
<i>Б.Худаяров, Ф.Тураев, С.К.Шамситдинов</i> Колебания вязкоупругой пластины, обтекаемой газовым потоком с одной стороны... 	118

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

<i>Э.Т.Фармонов</i> Саксовул ва черкез чўл ўсимликлари уруғини экадиган экспериментал экиш машинасининг хўжалик синови.....	122
<i>М.Шоумарова, Т.Абдиллаев, Ш.А.Юсупов</i> Вертикал шпинделли пахта териш машиналарига сервис хизматини кўрсатишни энгиллаштирадиган ўлчов мосламаси.....	129
<i>Д.Алижанов, Я.Жуматов, К.Шовазов, В.Сахаров</i> Регулирование допусков сопряженных деталей механизмов животноводческих ферм при ремонте.....	133
<i>Я.К.Жуматов</i> Винтсимон озуқа майдалагичининг иккиламчи майдалаш дисксимон пичоғининг пояни қирқиш жараёнини таҳлил қилиш.....	136
<i>Д.Алижанов, Н.Э.Саттаров, А.Р.Турдибеков</i> Чорвачиликни ривожлантириш масалалари ва истиқболлари.....	139
<i>Б.Худаяров, У.Кузиев</i> Комбинациялашган агрегат сферик диски билан пушта тупроғини эгатга улоқтирилиши ва ғўзапояларнинг кўмилиши.....	141
<i>D.Norchaeв F.Quziyev, I.Khudaev, Sh.Quziyev, F.Yusupov</i> Definition of traction resistance of disk knives of carrot digger.....	149
<i>Худаяров, Т.А.Абдиллаев, Ф.Э.Фармонова</i> Доривор Олов ўт (silybum) ўсимлиги уруғини экиш агрегати.....	152

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

<i>Р.Ф.Юнусов, У.И.Иброхимов, Л.Ж.Маннобов, Н.З.Пулатов</i> Кўёш фотоэлектр тизимида ишловчи кичик насос станцияси.....	156
<i>Ш.У.Йўлдошев, Б.Х.Норов, Х.Н.Холматова, Ш.Б.Мирнигматов</i> Рекомендации по организации технического сервиса мелиоративных машин с учетом логистических операций.....	164

<i>А.С.Бердишев, А.А.Турдибаев, Н.А.Айтбаев</i> Сувни зарарсизлантириш учун лаборатория электрогидравлика қурилмасини ишлаб чиқиш.....	169
<i>Р.Ф.Юнусов, Д.М.Акбаров</i> Эксплуатационная надёжность электроприводов водохозяйственного оборудования.....	173
<i>А.С.Бердишев, З.З.Джумабаева</i> Сув таъминот тизимида энергиятежамкор технологиянинг математик моделли ва унга таъсир этувчи факторлар.....	177
<i>М.Ибрагимов, Ф.Кушназаров</i> Сунъий кўлларда балиқларни табиий озиклантириш самарадорлигини оширишда импульс кенгайтиргич модулини қўллаш.....	182
<i>М.Ибрагимов, С.Н.Нематов</i> Янги йиғилган пиёз ва картошкага озон гази орқали ишлов бериш ҳамда сақланиш сифатини ошириш ва озон ҳосил бўлиш жараёнининг тадқиқоти	187
<i>А.А.Турдибоев</i> Оқова сувларни тозалашда электр активаторнинг параметрларини асослаш	191
<i>Н.М.Эшпулатов, Н.Т.Тошмаматов</i> Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуритиш жараёнида энергиядан фойдаланиш самарадорлигини ошириш омиллари.....	199
<i>Н.М.Эшпулатов, Д.У.Диниқулов</i> Данакли меваларга шарбат олишдан олдин ўта юқори частотали электромагнит майдон энергияси билан ишлов бериш электротехнологияси	203
<i>А.С.Бердишев, У.Д.Едилбаев, Н.А.Айтбаев</i> Вопросов энергосбережения термодинамики	209
<i>Ш.Р.Рахманов</i> Реализация математических моделей и алгоритмов в задачах управления процессом культивирования микроводорослей.....	216
<i>А.С.Бердишев, Н.М.Маркаев</i> Узумни “Кишмиш чёрный” навининг новда қаламчасидан маълум вақт оралиғида ўтадиган электр ток жичлигини тадқиқ этиш.....	221
<i>Н.М.Маркаев, А.С.Бердишев</i> “Кишмиш чёрный” навли узум қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов беришда электр занжирнинг энергетик хусусиятларини тадқиқ этиш	226
<i>С.К.Шеръязов, Р.Ф.Юнусов, А.Х.Доскенов, Д.М.Акбаров, Ш.А.Усманов</i> Показатели эффективности гелиоустановки в системе солнечного теплоснабжения....	231
<i>М.Ибрагимов, Н.М.Эшпулатов, Ш.И.Муртазов</i> Қишлоқ электр тармоқларида филтрли компенсатор қурилмаси ёрдамида реактив қувватни компенсациялаш.....	236
<i>Н.М.Эшпулатов, А.И.Хуррамов</i> Қуруқ меваларни чақиш универсал қурилмаси иш жараёнини назарий асослаш ва техник талаблари.....	242
<i>П.И. Каландаров, А.А. Муталов</i> Дон сақлашнинг технологик жараёнини таҳлил қилишнинг автоматлаштириш объекти сифатида	246
<i>N.M.Eshpulatov, A.I.Xurramov</i> Quruq mevalarni chaqish va o'simlik moyini olish universal qurilmasi	250

А.А.Турдибоев, Н.Б.Пирматов, А.Е.Бекишев, Н.А.Курбанов, Т.Ю.Тошев, О.Е.Зайниева
Математическое моделирование синхронных генераторов с двухосным возбуждением254

О.Матчонов, Д.Акбаров
Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини намлигини пасайтирувчи электротехнология яратиш.....258

Я.Э.Чўллийев
Насос станцияларда электр энергия истеъмолини самарадорлигини яхшилаш.....262

Н.М.Эшпулатов, С.С.Абдурайимов, А.И.Хуррамов
Ҳарбий хизматчилар рационали учун қуруқ мевалардан ўсимлик мойи ажратиб олишнинг физик-кимёвий тавсифи, технологик усуллари265

СУВ ХЎЖАЛИГИ ИҚТИСОДИ ВА ЕР РЕСУРСЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ

А.Ш.Дурманов
Иссиқхона хўжаликлари фаолиятини ривожлантиришнинг ташкилий-иқтисодий механизмлари.....271

Б.М.Юнусов
Аҳоли пункти ерлари ҳисобини олиб боришда замонавий технологияларни қўллаш....278

Х. Назаров
Тоғлардаги қор, музликлар ва сув танқислиги хавфининг олдини олишнинг ҳуқуқий чоралари.....286

С.Қ.Ҳамиджонов, А.С.Пулатов, Ж.Чи
Геоинформацион фанлари бўйича Марказий Осиёда 1995–2021 йилларда тадқиқотлар ривожланиши.....292

Х.Р.Пирматов, А.С.Пулатов, Х.С.Дониёрова
Уғом-Чотқол давлат миллий табиат боғи ҳудудларида экологик ҳолатини баҳолаш....296

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ СОҶАСИ УЧУН КАДРЛАР ТАЙЁРЛАШ

Ж. А.Қосимов
Замонавий график дастурлар орқали график таълим тизимини такомиллаштириш...300

Д.Т.Мухаммадиева, Э.К.Самандаров
Мақтаб ўқувчиларининг билиминини баҳолашда сунъий нейрон тўридан фойдаланиш...305

Ф.Б.Киличева
Применение метода проектов на занятиях русского языка.....309

М.Жўраева, Г.Эшчанова
Ёшлар тарбиясида мулоқот маданиятини шакллантиришнинг афзалликлари.....313

G.Eshchanova
The formation of ict competencies in teaching readiness language skills at different levels.....318

U.Nullaev
Development of cultural awareness by means of teaching foreign language.....323

Ф.Б.Киличева
Организация учебного процесса с использованием интерактивных методов обучения.....326

А.Рамазанов, Н.Ҳашимова
О реформе высшего образования.....330

УДК: 539.411.5:539

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СЛОИСТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Т.М.Мавланов – д.т.н., профессор,

Э.С.Тошматов – PhD, доцент,

А.О.Райимов – стажёр преподаватель,

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

В настоящей работе рассматриваются задачи для произвольно неоднородных по толщине ортотропных призматических в плане пологих оболочек при некоторых видах граничных условий, допускающих разделение переменных в исходных уравнение теории упругости. В частности рассмотрены задачу о собственных колебаниях ортотропных слоистых пологих оболочек, координатная поверхность которых имеет в плане форму прямоугольника со сторонами a и b . На основе вариационного принципа Лагранжа получены разрешающие уравнения. В качестве примера вычислены матрицы комплексных величин жесткости для трехслойной цилиндрической панели симметричного по толщине строения, поверхность которой имеет форму параболы.

Ключевые слова: граничных условий, собственных колебаниях, теории упругости, призматик.

Аннотация

Мазкур мақолада бир жинсли бўлмаган ортотроп уч қатламли призматик қобикларни турли чегаравий шартларда тадқиқ этилган. Хусусий ҳолда цилиндрик паленли, ўлчамлари a ва b бўлган парабола кўринишидаги конструкция қаралган. Лагранжинг вариацион тенгламалари асосида масалани хусусий тебранишлар частотасини аниқловчи тенгламалар қурилган. Мисол сифатида уч қатламли цилиндирсимон панелли қобикларни бикрлик матрицаларини ҳисоблаш усули келтирилган.

Таянч сўзлар: чегаравий шартлар, хусусий тебранишлар, эластиклик назарияси, призматик.

Неоднородные призматические тонкостенные конструкции в качестве конструктивных элементов часто используются в гидротехнических сооружениях. Основы теории и методы расчета однородных призматических оболочек изложены в работе [1]. Решение пространственных задач теории упругости для прямоугольных однородных изотропных и ортотропных пластин сравнительно просто может быть получено при определенных видах граничных условий. В этих случаях разрешающая система уравнений имеет постоянные коэффициенты, и ее решение представляется в виде комбинаций экспоненциальных и тригонометрических функций.

В настоящей работе рассматриваются задачи для произвольно неоднородных по толщине ортотропных призматических в плане пологих оболочек и пластин при некоторых видах граничных условий [2], допускающих разделение переменных в исходных уравнение теории упругости.

В частности рассмотрим задачу о напряженнодеформированного состояния ортотропных слоистых пологих оболочек, координатная поверхность которых имеет в плане форму прямоугольника со сторонами a и b . Для этих оболочек принимаются следующие допущения геометрических характеристиках координатной поверхности [2]. Предполагаем, что внутренняя геометрия координатной поверхности не отличается от геометрии плоскости. Тем самым в исходных уравнениях (1.2.1)-(1.2.3) полагаем

$$\alpha = x, \quad \beta = y, \quad \gamma = z, \quad H_3 = 1, \\ H_1 = 1 + k_1 z, \quad H_2 = 1 + k_2 z.$$

Здесь x, y, z – декартовы координаты. Второе допущение, принимаемое для пологой оболочки, состоит в том,

что главные кривизны k_1 и k_2 рассматриваются как постоянные величины, т.е. $k_1 = \text{const}$, $k_2 = \text{const}$.

Для получения уравнений равновесия конструкции воспользуемся вариационным уравнением Лагранжа:

$$\sum_{p=1}^{N_s} \delta \mathcal{E}_p + \sum_{i=1}^{N_r} \delta \mathcal{E}_i + \sum_{e=1}^{N_e} \delta \mathcal{E}_e - \\ - \sum_{p=1}^{N_s} \delta A_p - \sum_{i=1}^{N_r} \delta A_i = 0, \quad (1)$$

где $\delta \mathcal{E}_p$ – вариация потенциальной энергии деформации p – го оболочечного элемента; $\delta \mathcal{E}_i$ – вариация потенциальной деформации i – го кольцевого элемента; $\delta \mathcal{E}_e$ – вариация потенциальной деформации e – й вязкоупругой связи; δA_p – элементарная работа внешних нагрузок, приложенных к p – му оболочечному элементу; δA_i – элементарная работа внутренних сил.

В задаче на собственные колебания конструкций решение уравнений (1) ищем в виде

$$U_p = U_p e^{-i\omega \tau}, \quad \Delta_i = \Delta_i e^{-i\omega \tau}$$

Здесь ω – комплексное значение частоты колебаний, действительная часть которого ω_r представляет частоту собственных колебаний, ω_i – коэффициент демпфирования. Уравнения собственных колебаний конструкций, соответственно, будут иметь вид:

$$L_p + q_{p0} + \tilde{\omega}^2 [\bar{\rho}_p] U_p = 0 \quad (p=1, 2, \dots, N_s), \\ L_r^i + \|\theta_i\| f_{i0} + \tilde{\omega}^2 [G_\omega] \Delta_i + \\ + \sum_j \sum_s (\xi_{ci}^{ijs} [\bar{\eta}_i^{ijs}] Q_i^{ijs} \sum_j \sum_s (\xi_{ci}^{ijs} [\bar{\eta}_{ci}^{ijs}] N_{ci}^{ijs} = 0 \\ (i=1, 2, \dots, N_r)$$

Значения $\tilde{\omega}^*$, при которых существует нетривиальное решение системы с комплексными коэффициентами (20), являются комплексными значениями собственных частот колебаний рассматриваемых структурно-неод-

народных оболочечных конструкций. Остановимся подробнее на физическом смысле (4), (5). По виду уравнения (4) являются известными уравнениями движения многослойных вязко-упругих оболочек вращения. Каждое из этих уравнений описывает поведение отдельного оболочечного элемента тонкостенной оболочечной конструкции. В нашем случае различие с известными уравнениями принципиально и состоит в том, что решение этих уравнений является комплексным вследствие комплексности физических соотношений, описывающих структурную неоднородность и реологические свойства отдельных слоев и наследственных связей оболочечного элемента. Связь между уравнениями (4) для каждого оболочечного элемента устанавливается с помощью соотношений (5). Каждое из этих соотношений является уравнением колебаний в комплексной форме отдельного стрингера или шпангоута рассматриваемой многосвязной структурно-неоднородной оболочечной конструкции с учетом реакций со стороны примыкающих к нему оболочечных элементов и вязко-упругих связей. Различия классических соотношений для прямолинейных стержней и круговых колец по сравнению с соотношениями (5) то же, что и для оболочечных элементов рассматриваемой конструкции.

Вектор Q_i^{ijs} является, как видно из выражений для Q_p и W_p , вектором обобщенных реакций со стороны ijs -го оболочечного элемента, примыкающего к i -му кольцевому или стрингерному элементу, в локальной системе координат рассматриваемого оболочечного элемента. Вектор N_{ci}^{ijs} является, в свою очередь, вектором обобщенных реакций со стороны ijs -й и вязкоупругой связи, примыкающей к i -му кольцевому или стрингерному элементу, в локальной системе координат. Матрицы $[\eta_i^{-ijs}]$, $[\eta_{ci}^{-ijs}]$ и коэффициенты ζ_i^{ijs} , ζ_{ci}^{ijs} являются матрицами и коэффициентами преобразования от локальной системы координат оболочечного элемента или вязкоупругой связи к системе координат рассматриваемой оболочечной конструкции.

алгоритм и программный комплекс а также проводится оценка практической сходимости предлагаемых алгоритмов, основанная на сравнении имеющихся в литературе результатов решения тестовых задач и результатов других решений, полученных в рамках разработанных методик, а также с результатами, распространенными на комплексную арифметику. В качестве тестовых примеров выбраны оболочечные конструкции, для которых имеются точные или приближенные решения. В качестве примера вычислим матрицу комплексных величин жесткости для трехслойной цилиндрической панели симметричного по толщине строения, поверхность которой имеет форму параболы. Панель имеет следующие геометрические и механические параметры: $a=2500\text{см}$; $b=5000\text{см}$; $H=250\text{см}$; $h_1=h_3=1\text{см}$; $h_2=10\text{см}$; $E_1=E_3=2.10^7\text{Н/см}^2$; $E_2=10^6\text{Н/см}^2$; $j=1, 2, 3, 4$; $h_j=0.25\text{см}$; $E_j=2.10^6\text{Н/см}^2$; $\gamma_j=0.3$; $\rho_j=7.8.10^{-6}\text{Н.с/см}^4$; $A_j=0.03$; $\beta_j=0.003$; $\alpha_j=0.1$; $\omega_R=300\text{с}^{-1}$.

Для отыскания комплексных величин частот собственных колебаний структурно-неоднородных оболочечных конструкций, т.е. при отыскании корней нелинейного функционального уравнения в комплексных переменных

$$D(\tilde{\omega}) = |P(\tilde{\omega})| = 0$$

использовался метод Мюллера. Вопрос сходимости итерационного процесса, предложенного Мюллером, также требует исследования. Практически эта проблема решается следующим образом.

В алгоритме определения частот и форм колебаний структурно-неоднородных вязко-упругих оболочечных конструкций предусмотрен вывод протокола поиска корней уравнения (3), т.е. расчетчик всегда может воспользоваться этим протоколом для контроля итерационного процесса. Кроме того, одним из результатов работы алгоритма является достигнутая в процессе решения относительная точность определения этих корней. Некоторые данные из этих протоколов приведены в таб.1, протокол решения содержит следующие данные: число волн в продольном направлении (N); действительную (QR) и мнимую (QI) составляющие комплексного значения частоты $\tilde{\omega}^*$; действительную (DR) и мнимую (DI) составляющие мантиссы определителя $|P(\tilde{\omega})|$.

Окончательные значения частоты колебаний для второго примера (таб.1) $\omega_R^*=25,6535$; $\omega_I^*=0,281688$; относительная точность - $\varepsilon_R=4,11986 \cdot 10^{-8}$; $\varepsilon_I=5,24144 \cdot 10^{-6}$.

Первые три строки в протоколе решения представляют собой начальные приближения $\omega_0, \omega_0(1-\varepsilon), \omega_0(1-2\varepsilon)$. Последующие строки-итерации по Мюллеру.

Представленный в таб. 1 пример относится к самым "неудачным" (8 итераций; большое различие в частотах для упругой и вязко-упругой задач - 5,4593 и 4,0976). Обычно для нахождения комплексного значения частоты структурно-неоднородных оболочечных конструкций требуется от 2-х до 4-х итераций, чтобы определить ее с заданной точностью. Окончательные значения частоты колебаний для рассматриваемого примера (таб.1) $\omega_R^*=4.09759$; $\omega_I^*=0.0748687$; относительная точность $\varepsilon_R=3.54.10^{-6}$; $\varepsilon_I=6.8.10^{-5}$. Первые три строки в протоколе решения представляют собой начальные приближения $\omega_0, \omega_0(1-\varepsilon), \omega_0(1-2\varepsilon)$. Последующие строки – по Мюллеру.

Представленный в таб.1 пример относится к самым «неудачным» (8 итераций; большое различие в частотах для упругой и вязко-упругой задач – 5.4593 и 4.0976). Обычно для нахождения комплексного значения частоты структурно-неоднородных призматических конструкций требуется от 2-х до 4-х итераций, чтобы определить ее с заданной точностью.

Сравнение с известными точными аналитическими решениями (шарнирно-опертая по всем торцам упругая прямоугольная пластина, шарнирно-опертая по торцам упругая замкнутая цилиндрическая оболочка) показало полную работоспособность алгоритмов. Путем увеличения числа точек ортогонализации (до 100) и увеличения заданной относительной точности определения частот колебаний (до $\varepsilon=10^{-10}$) удавалось получить решения с истинной относительной точностью до $\varepsilon=10^{-15}$ и с отклонением от синусоиды, не превышающем 10-11.

Сходимость методики и предложенного алгоритма для случая вынужденных колебаний оболочечных конструкций проверялись в 2 этапа: строились амплитудно-частотные характеристики колебаний рассматриваемых конструкций и резонансные частоты сопоставлялись с частотами свободных колебаний. С точностью до 3-го знака резонансные частоты совпали с соответствующими частотами собственных колебаний. Далее, сравнивались решения статической задачи для круглой пластины, цилиндрической и конической оболочек [2] с решениями по перемещениям, получаемым по предлагаемой мето-

дике при нулевой частоте возмущающей силы. При этом относительное расхождение результатов не превышало 1,2%.

Для вязко-упругих конструкций с ярко выраженной структурной неоднородностью вопрос сходимости решался следующим образом. Поскольку известных

проверялась следующим образом. Для различных значений вязкости определялись собственные частоты пластины.

Сравнительный анализ частот и форм колебаний, коэффициентов демпфирования, резонансных частот и амплитудных значений колебаний различных элементов

Таблица 1

№	QR	QI	DR	DI	IS
1	5.4593E+00	0.0000E+00	9.7342E+00	-2.0188E+00	80
1	5.4675E+00	0.0000E+00	9.9396E-01	-2.0294E-01	81
1	5.4757E+00	0.0000E+00	1.0151E+00	-2.0387E-01	81
1	5.1447E+00	-3.0728E-01	3.1727E+00	-3.9077E+00	80
1	4.9792E+00	-5.1567E-01	1.0939E+00	-3.6966E+00	80
1	4.7416E+00	-8.4313E-01	-7.6850E-01	-2.8779E+00	80
1	4.4801E+00	-1.3494E-01	8.5936E-01	-6.3399E-01	80
1	4.2435E+00	-3.9976E-02	3.5008E+00	-6.7106E-01	79
1	4.0974E+00	-5.0428E-02	2.2221E+00	4.8778E+00	78
1	4.0977E+00	-7.5445E-02	-3.9219E-01	-1.2154E+00	77
1	4.0976E+00	-7.4869E-02	-6.1493E-01	-5.9784E-01	74

решений (с заданным трехпараметрическим ядром релаксации) или экспериментальных данных для рассматриваемых многосвязных структурно-неоднородных конструкций отыскать в имеющейся литературе не удалось, корректность обобщения предлагаемой методики и разработанных алгоритмов на комплексную арифметику

рассматриваемых структурно-неоднородных оболочечных конструкций с имеющимися результатами исследований [1], [2] позволяют сделать положительные выводы о сходимости и точности разработанных алгоритмов применительно к данному классу машиностроительных конструкций и могут быть рекомендованы в практику.

Литература

1. Мяченков В.И., Мальцев В.П. Методы и алгоритмы расчета пространственных конструкций на ЭВМ. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.
2. Мавланов Т. Расчеты на прочность, 28. – М.: Машиностроение, 1988. – С. 186-199.
3. ASV02-PL. Определения собственных колебаний упругих осесимметричных оболочечных конструкций. № DGU03350, 13.10.2015.
4. Кармишин А.В., Мяченков В.И., Лясковец В.А., Фролов А.Н. Статика и динамика тонкостенных оболочечных конструкций. – М.: Машиностроение, 1975. – 375 с.
5. Власов Б.З. Расчет призматических тонкостенных оболочек // Прикл. матем. и механика. М., 1944. – Т.8, вып.5. – С. 361-394.
6. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек. – Л.: Судостроение, 1962. – 431 с.
7. Ильюшин А.А., Победря Б.Е. Основы математической теории термовязкоупругости. – М.: Наука, 1970. – 280 с.
8. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. – М.: Наука, 1972. – 432 с.
9. Э.С.Тошматов, Ж.Ярашев, Т.Мавланов. Определение динамических характеристик структурно-неоднородных призматических конструкций. Сборник материалов международной научно-технической конференции на тему: «Современные материалы, техника и технологии в машиностроении». – Андижан, 2014. – С. 115-118.