

ISSN 1814-3520

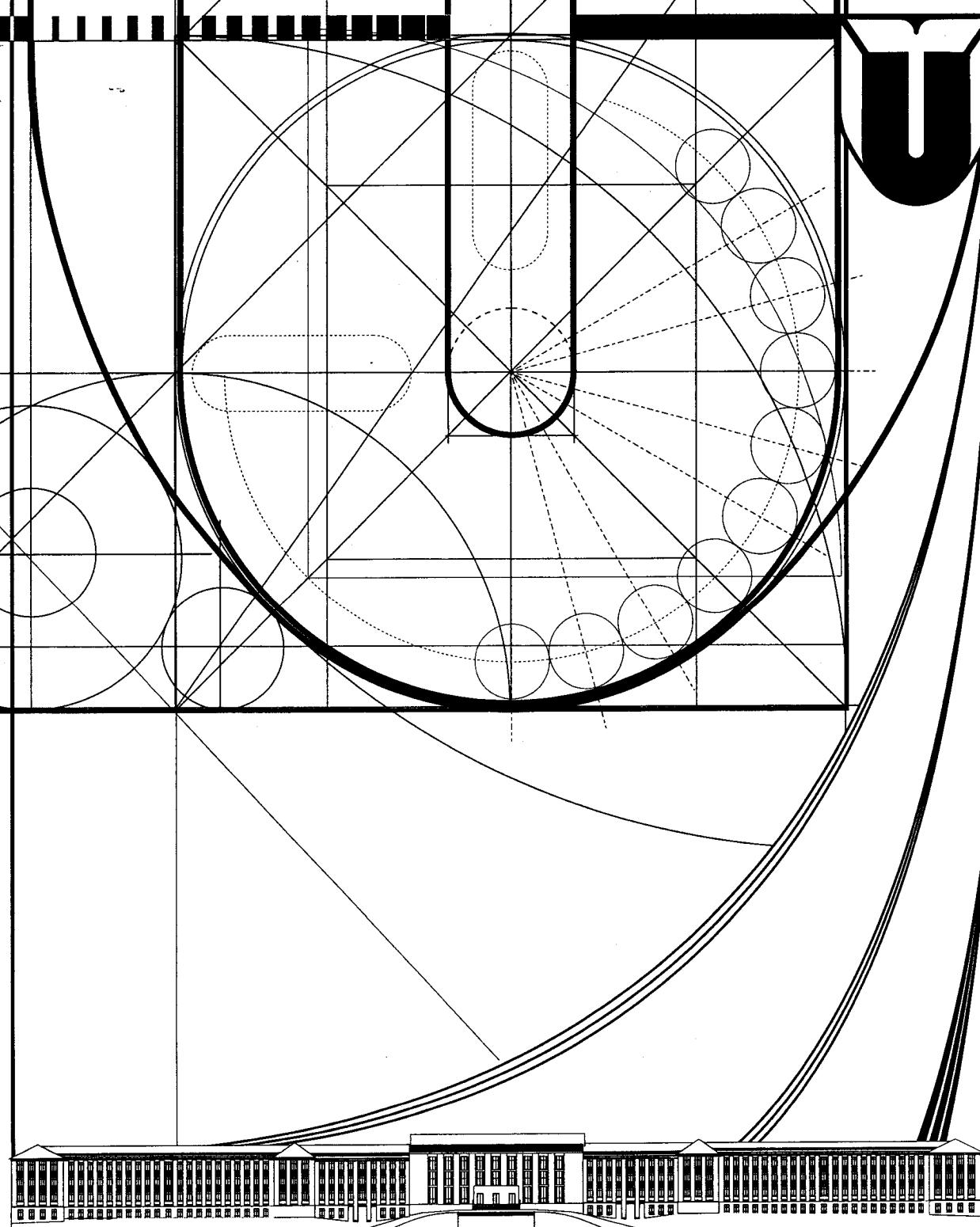
№ 11
2015

(106)

ВЕСНИК

Иркутского Государственного Технического Университета

Издательство Иркутского национального исследовательского технического университета



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ВЕСНИК

Иркутского Государственного Технического Университета

Издательство Иркутского национального исследовательского технического университета, 2015



(106)
№ 11
2015

ВЕСТИК

Иркутского Государственного Технического Университета

№ 11
(106)
2015

Редакционная коллегия

Издательство Иркутского национального исследовательского технического университета

Журнал основан в 1997 г.

Периодичность издания – ежемесячно

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство ПИ № ФС77-47902 от 22 декабря 2011 г.

Учредитель Иркутский национальный исследовательский технический университет

Подписной индекс в каталоге
Агентства "Почта России" – 38237

Адрес редакции:
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, ауд. Д-215
e-mail: ppg@istu.edu

АФАНАСЬЕВ А.Д., доктор физико-математических наук, профессор Иркутского национального исследовательского технического университета, главный редактор (Россия)

ПЕШКОВ В.В., доктор экономических наук, профессор Иркутского национального исследовательского технического университета, зам. главного редактора (Россия)

АЗАРОВ В.Н., доктор технических наук, профессор Московского института электроники и математики Национального исследовательского университета Высшей школы экономики (г. Москва, Россия)

БАЖИН В.Ю., доктор технических наук, профессор Национального минерально-сырьевого университета "Горный" (г. Санкт-Петербург, Россия)

БАХМУТОВ С.В., доктор технических наук, профессор ФГУП "НАМИ" (г. Москва, Россия)
БОРОВИКОВ Ю.С., доктор технических наук, проректор Национального исследовательского Томского политехнического университета (Россия)

ВИСЯЩЕВ А.Н., кандидат технических наук, профессор Иркутского национального исследовательского технического университета (Россия)

ВОРОПАЙ Н.И., член-корреспондент РАН, директор Института систем энергетики СО РАН (г. Иркутск, Россия)

КРИТСКАЯ Т.В., доктор технических наук, профессор Запорожской государственной инженерной академии (Украина)

ПАНТЕЛЕЕВ В.И., доктор технических наук, профессор Сибирского федерального университета (г. Красноярск, Россия)

ПЕТРОВ А.В., доктор технических наук, профессор Иркутского национального исследовательского технического университета (Россия)

ПОДЛЕСНЫЙ С.А., кандидат технических наук, Заслуженный работник высшей школы РФ, действительный член Международной академии наук высшей школы, советник ректора Сибирского федерального университета (г. Красноярск, Россия)

ПУЛЯЕВСКАЯ О.В., кандидат психологических наук, доцент Иркутского национального исследовательского технического университета (Россия)

СИТНИК ЛЕХ ЕЖИ, доктор - инженер, профессор, заведующий кафедрой Транспортной техники Вроцлавского политехнического университета (Польша)

СТЫЧИНСКИ С.А., профессор Университета Отто-фон-Герике (г. Магдебург, Германия)

ТИХОМИРОВ А.А., доктор экономических наук, профессор университета ИНХА (г. Инчхон, Республика Корея)

ХАО ДУНХЭН, профессор, ректор Шицзячжуанского Экономического Института (Китай)

ШОЛЬТЕС БЕРТХОЛЬД, директор института металловедения Кассельского университета (Германия)

ЯЗИКОВ Е.Г., доктор геолого-минералогических наук, профессор Национального исследовательского Томского политехнического университета (Россия)

VESTNIK

of Irkutsk State Technical University

№ 11
(106)
2015

Editorial board

AFANASYEV A.D., Doctor of Physical and Mathematical sciences, Professor of the Irkutsk National Research Technical University, Editor-in-Chief (Russia)

PESHKOV V.V., Doctor of Economics, Professor of the Irkutsk National Research Technical University, Deputy Editor-in-Chief (Russia)

AZAROV V.N., Doctor of technical sciences, Professor of Moscow Institute of Electronics and Mathematics of the National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia)

BAZHIN V.YU., Doctor of technical sciences, Professor of the National Mineral Resources University "Mining University" (St. Petersburg, Russia)

BAKHMUTOV S.V., Doctor of technical sciences, Professor of the Federal State Unitary Enterprise "Central Scientific Research Automobile and Automotive Engine Institute" (Moscow, Russia)

BOROVIKOV Yu.S., Doctor of technical sciences, Pro-Rector of the National Research Tomsk Polytechnic University (Russia)

VISYASHCHEV A.N., Candidate of technical sciences, Professor of the Irkutsk National Research Technical University (Russia)

VOROPAI N.I., Corresponding Member of RAS, Director of the Energy Systems Institute SB RAS (Irkutsk, Russia)

KRITSKAYA T.V., Doctor of technical sciences, Professor of Zaporozhia State Engineering Academy (Ukraine)

PANTELEEV V.I., Doctor of technical sciences, Professor of the Siberian Federal University (Krasnoyarsk, Russia)

PETROV A.V., Doctor of technical sciences, Professor of the Irkutsk National Research Technical University (Russia)

PODLESNYI S.A., Candidate of technical sciences, Honorary Worker of Russian Higher Education, Full Member of the International Higher Education Academy of Sciences, Rector's Adviser of the Siberian Federal University (Krasnoyarsk, Russia)

PULYAEVSKAYA O.V., Candidate of Psychology, Associate Professor of the National Research Irkutsk State Technical University (Russia)

SITNIK LECH JERZY, Doctor-Engineer, Professor, Head of the Department of Transport Engineering of Wrocław University of Technology (Poland)

STYCZYNSKI S.A., Professor of the Otto-von-Guericke University (Magdeburg, Germany)

TIKHOMIROV A.A., Doctor of Economics, Professor of the Inha University (Incheon, Republic of Korea)

DONGHENG HAO, Professor, Rector of the Shijiazhuang University of Economics (China)

SCHOLTES BERTHOLD, Director of the Institute of Metal Science of the University of Kassel (Germany)

YAZIKOV E.G., Doctor of Geological and Mineralogical sciences, Professor of the National Research Tomsk Polytechnic University (Russia)

Publishers of Irkutsk National Research Technical University

The Journal was founded in 1997

Frequency of publication – monthly

The journal is registered with the Federal Agency for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Media (Roskomnadzor).

Certificate of registration № ПИ № ФС77-47902
of 22 December, 2011.

Founder: Irkutsk National Research Technical University

Subscription index in "Russian Post"
Agency catalogue - 38237

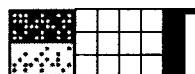
Address of the Publishers:
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074
Office D-215
e-mail: pgp@istu.edu

ВЕСТНИК

Иркутского Государственного Технического Университета

№ 11
2015
(106)

СОДЕРЖАНИЕ



Информатика, вычислительная техника и управление

- | | |
|---|----|
| ■ Лютикова Л.А., Шматова Е.В. Логический синтез алгоритмов распознавания в терминах переменнозначной логики..... | 12 |
| ■ Петров А.В. Исчисление смешанных моментов высших порядков при полиномиальной зависимости случайных величин..... | 16 |



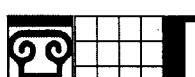
Машиностроение и машиноведение

- | | |
|---|----|
| ■ Гречнева М.В., Гоппе Г.Г. Газопорошковое напыление труб поверхностей нагрева котлоагрегатов тепловых электрических станций..... | 23 |
| ■ Зайдес С.А., Фам Дац Фыонг. Определение напряженно-деформированного состояния цилиндрических деталей при обкатке плоскими плитами..... | 27 |
| ■ Кузнецов Н.К. Оценка режимов предохранительного торможения шахтных подъемных машин..... | 31 |
| ■ Павлов А.М., Дмитриев Е.А., Корняков М.В., Шевченко А.Н. Повышение надежности идентификации появления усталостных трещин в стальной трубе стрелы экскаватора..... | 35 |
| ■ Хващевская Л.Ф. Статистический анализ точности сборки с учетом пространственных допустимых отклонений расположения..... | 40 |
| ■ Чашин Н.С., Иванов Ю.Н. Обработка отверстий в смешанных пакетах методом орбитального сверления..... | 44 |



Науки о Земле

- | | |
|--|----|
| ■ Сосновская Е.Л., Авдеев А.Н. Прогноз потенциальной удароопасности Кедровского золоторудного месторождения..... | 50 |
| ■ Тимофеева С.С., Хамидуллина Е.А., Гармышев В.В. Оценка риска гибели людей при пожарах в Иркутской области..... | 56 |



Строительство и архитектура

- | | |
|---|----|
| ■ Борисов С.В. Критерии оценки при рецензировании проектов православных храмов..... | 63 |
| ■ Быкова М.А. Композиционно-семиотические особенности архитектурного ансамбля исторической застройки середины XIX – начала XX в. бульвара Гагарина..... | 71 |
| ■ Козлов В.В., Хромешкин В.М. Особенности композиции прибрежных ландшафтов оз. Байкал как крупных территориальных систем..... | 79 |
| ■ Петров А.В., Пешков В.В., Петунин А.Г. Крупнопанельные здания серии 1-335 с наружными стеновыми панелями из газозолобетона: ремонтировать, реконструировать или сносить?..... | 85 |
| ■ Чесноков А.С., Пинус Б.И. Экспериментально-аналитическая оценка ресурса сейсмостойкости исторических зданий..... | 91 |



Транспорт

- | | |
|---|-----|
| ■ Ковалевский Б.И., Лысянникова Н.Н., Кравцова Е.Г., Ковалева М.А., Шрам В.Г., Лысянников А.В. Влияние процессов температурной деструкции на ресурс синтетического моторного масла Mobil Super 3000 5W-40 SJ/SL/CF при его окислении..... | 96 |
| ■ Кривцов С.Н. Повышение информативности диагностирования технического состояния цилиндров дизельного двигателя в режиме холостого хода..... | 100 |



Химия и металлургия

- | | |
|--|-----|
| ■ Дошлов О.И., Калапов И.А. Новые дорожные битумы на основе органического вяжущего, модифицированного технической серой и полимерными добавками..... | 107 |
| ■ Евстафьев С.Н., Чечикова Е.В. Состав продуктов делигнификации соломы пшеницы в условиях субкритического автогидролиза..... | 111 |
| ■ Журавлёва А.С. Корреляция транспортных и магнитных характеристик в тонких пленках ZnO, легированных Li..... | 118 |

ВЕСТНИК

Иркутского Государственного Технического Университета

СОДЕРЖАНИЕ

Химия и металлургия

- | | |
|---|-----|
| ■ Куприна О.В., Тюрина А.К., Медведева Е.Н. Функциональные пастильно-мармеладные изделия на основе облепихового пюре и арабиногалактана..... | 123 |
| ■ Нижегородов А.И. Эволюция электрических модульно-спусковых печей: пределы повышения энергоэффективности и надежности..... | 131 |
| ■ Привалова Е.А., Тигунцева Н.П., Адамович С.Н., Мирсков Р.Г., Мирскова А.Н. Трис-(2-гидроксиэтил)аммониевые ионые жидкости – новые биостимуляторы роста спиртовых дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | 136 |
| ■ Саламатов В.И., Байбородин Б.А., Рандин О.И., Саламатов О.В. Влияние гидрофильтных коллоидов на сгущение и промывку красных шламов из низкокремнистых бокситов..... | 141 |
| ■ Страхов В.О., Тулохонов Е.М., Ванзаракшаева С.Ч., Эндерс П.С., Колесников С.С., Ниндакова Л.О. Асимметрическое гидрирование α-ацетамиドокоричной кислоты и ее эфира на наночастицах палладия с оптически активными модификаторами..... | 145 |

Энергетика

- | | |
|--|-----|
| ■ Глазунова А.М., Съёмщикова Е.С. Метод достоверизации синхронизированных векторных измерений при оценивании состояния электроэнергетических систем..... | 153 |
| ■ Илькевич Н.И., Дзюбина Т.В., Сурнин Н.В. Рационализация развития систем газоснабжения на примере газоснабжающей системы Северо-Западного федерального округа с учетом заданной надежности..... | 159 |
| ■ Лачков Г.Г., Федяев А.В. Совершенствование энергоснабжения региона путем использования распределенной кагенерации..... | 165 |
| ■ Степанова Е.Л., Сушко С.Н. Определение средних удельных капиталовложений в строительство парогазовых установок, введенных в России за период 2010–2014 гг..... | 171 |

Социально-экономические и общественные науки

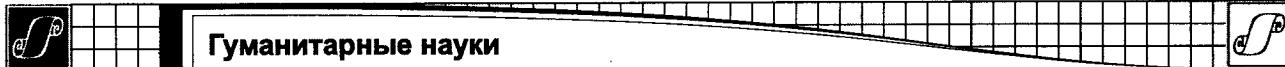
- | | |
|---|-----|
| ■ Волокитина В.М., Гедич Т.Г. Обоснование модели управления запасами материально-технических ресурсов на угледобывающем предприятии..... | 176 |
| ■ Зайцева Л.И. Процессуальные особенности рассмотрения споров третейскими группами Всемирной торговой организации..... | 181 |
| ■ Илюшкина Е.С., Конюхов В.Ю., Коновалов П.Н. Проблема организации природоохранной деятельности на государственном, региональном, отраслевом и локальном уровнях..... | 187 |
| ■ Казимиров И.А., Ощерин Л.А. Особенности обработки информации о предложениях на рынке недвижимости..... | 195 |
| ■ Кашикинбаев Т.И. Развитие девелоперского бизнеса в условиях кризиса..... | 201 |
| ■ Корнеев А.Г., Агафонов Г.В., Цапах А.С. Социально-экономическое положение Байкальского региона и потенциал его развития в зонах строительства новых электроэнергетических источников..... | 205 |
| ■ Красикова Т.Ю., Огнев Д.В. Региональная научно-образовательная система как элемент региональной инновационной системы: внутренние взаимодействия, критерии ее эффективности..... | 212 |
| ■ Кузнецова И.А. Инновационная инфраструктура как фактор повышения эффективности инновационной деятельности..... | 219 |
| ■ Куклина М.В., Баясаланова Т.А., Рогов В.Ю., Дабаева М.Ж. О разработке информационной системы Байкальской природной территории..... | 225 |
| ■ Лонцих П.А., Лившиц И.И. К вопросу оценки соответствия электронных сервисов требованиям информационной безопасности на основе стандарта ISO 27001 в таможенном союзе..... | 229 |
| ■ Малыха Г.Г., Титаренко Б.П., Решетова А.Ю. Оценка производственного потенциала проектных организаций для выполнения работ по проектированию объектов капитального строительства..... | 234 |
| ■ Матвеева И.В. К вопросу о содержании и развитии инфраструктурной поддержки инноваций в региональной системе предпринимательства (на примере Удмуртской Республики)..... | 239 |
| ■ Милова Ю.Ю., Чернышенко М.С. Сравнительный анализ инструментов комплексной оценки внешней и внутренней среды предприятия..... | 245 |
| ■ Насибова Э.Н.-К. Оценка интеллектуального потенциала вуза..... | 251 |
| ■ Тимергалеева Ж.Г., Тимергалеев Р.М., Пуляевская О.В. Сетевое взаимодействие как эффективный механизм кадровой политики на уровне региона..... | 258 |
| ■ Хохлова Г.И., Сергеев В.А., Дюбенка М.В. Экономическое обоснование принятия управленческих решений: методические и практические аспекты..... | 262 |

ВЕСТИК

Иркутского Государственного Технического Университета

№ 11
2015

СОДЕРЖАНИЕ



Гуманитарные науки

■ Адушинова А.Г. Смысловое пространство профессионального становления будущего психолога и его ориентиры.....	268
■ Барков А.Ю. Тенденции развития студенческой вольной борьбы в г. Москве.....	272
■ Башмакова И.С. Категоризация мифического характера знания посредством английской идиомы с антропонимом.....	276
■ Босхолов С.С., Гиниятуллина Е.З. Предупреждение преступности обучающихся как стратегия криминологической безопасности системы общего и среднего профессионального образования: теоретические основы.....	280
■ Бушуева Е.С. Развитие межэтнических отношений в Восточном Забайкалье (к истории Нерчинской Успенской церкви).....	285
■ Бычкова Н.В. Обучение основам монументально-декоративного искусства дизайнеров и художников декоративно-прикладного искусства.....	291
■ Вербицкая О.М. Конфликтное коммуникативное взаимодействие в парадигме лингвокультурологии.....	296
■ Горощенова О.А., Горощенов А.С. В.И. Тышко – директор Иркутского промышленного училища.....	302
■ Довнич Н.А. Практика применения современных материалов и технологий в произведениях монументально-декоративной живописи в городе Иркутске.....	308
■ Дорожин Д.В. Особенности начального этапа развития православной монументальной живописи Иркутской области дореволюционного периода.....	318
■ Есипов В.В. Деятельность нацистских государственных организаций Германии в сфере культуры накануне Второй мировой войны.....	323
■ Коваленко Е.Н., Кузуб Н.М. Оценка уровня формирования профессиональных компетенций студентов – будущих учителей математики.....	327
■ Кокова В.И., Соловьева Т.В. Анализ эффективности методической системы обучения информатике в условиях лично-ориентированного подхода на подготовительных курсах.....	332
■ Копёнкина О.Ю. Объекты пластики из керамики на выставочных площадках Иркутска лета 2015 года.....	338
■ Корепина Н.А. Эволюция self в английском языке.....	344
■ Красноярова Е.В. Социальное назначение норм о рабочем времени и времени отдыха, возможности социального партнёрства.....	348
■ Кружай М.С. Лоббизм в России: политические аспекты правового регулирования.....	353
■ Курочкина Е.Н. Автомобили как объекты инсталляций в современном искусстве.....	356
■ Малкина Л.Н. Проблема поиска эстетических смыслов и идеалов в художественном творчестве.....	362
■ Нефедьева А.А., Зандраев А.Ч. Технологические приемы японской росписи по лаку маки-э.....	367
■ Никишин В.А. Совершенствование системы психофизической подготовки инженеров-строителей.....	373
■ Проксирина Г.А. Диагностика уровня готовности студентов неязыкового вуза к созданию иноязычных устных аргументированных высказываний.....	378
■ Прядко И.П. Проблема соотношения литературного и народно-разговорного вариантов языка как видов городской коммуникации в свете кирилло-мефодиевской традиции.....	383
■ Соколовская Т.А. Субъективно-психологические предпосылки раскола Российской социал-демократии на II съезде РСДРП.....	388
■ Соломон Е.Ш. Изучение неизвестного периода научной деятельности В.С. Манассеина.....	393
■ Татарников В.Г. Конфискация имущества в уголовном законодательстве России и зарубежных стран.....	399
■ Финогенко Е.И. Возрастные аспекты профессиональной адаптации к летной профессии.....	403
■ Шутюк Л.Н. Здоровье студентов как социально-педагогическая задача вузовского образования.....	407



требований сейсмостойкости и энергоэффективности объекта в целом.

Чего стоит ожидать в создавшейся ситуации?

Очередного проявления сейсмической активности или незамедлительного принятия противоаварийных страхующих мероприятий в отношении серии 1-335 с неполным каркасом (только в г. Иркутске таких зданий около 180)?

Определенную надежду в лабиринтах государственно-ремонтного законодательства дает «Свод правил 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. СНиП-11-7-81*» [2], где согласно разделу 6.19 «Восстановление и усиление конструкций» можно прочитать:

– п. 6.19.3. В случаях, когда выполнение конструктивных требований норм в полном объеме невозможно, или их выполнение приводит к экономической нецелесообразности усиления, допускается реализация обоснованных расчетом технических решений усиления здания при неполном соответствии требованиям правил с их согласованием в установленном порядке;

– п. 6.19.6. Решения о восстановлении или усилении зданий должны принимать с учетом их физического и морального износа, назначения и социально-экономической целесообразности мероприятий по восстановлению или усилению.

Полная достоверная статистика отсутствует, но вероятно, не менее 1000 домов КПД Иркутской области серии 1-335 со стеновыми панелями из «проблемного» газобетона достигли и перешагнули «пенсионный» возраст и ждут принятия решения об их дальнейшей судьбе.

Проведенные исследования показывают, что проблема с жилыми зданиями серии 1-335 является комплексной и многоаспектной. Отсутствие комплекса мер по своевременному устраниению дефектов зданий данной серии может привести к значительным социальным последствиям. Для решения проблемы с жилыми домами серии 1-335 необходима разработка и принятие областной государственной долгосрочной целевой инвестиционно-строительной программы.

Статья поступила 23.10.2015 г.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 13.07.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 19.10.2015) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (02.11.2015).
2. Свод правил 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. СНиП-11-7-81* [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200111003> (02.11.2015).
3. Левченко Е.А., Воробчук В.А. Получение эффективного строительного материала с использованием местного сырья // Вестник ИрГТУ. 2015. № 5 (100). С. 94–98.
4. Матвеева М.В. Генезис управляемых концепций управления расширенным воспроизводством // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2014. № 6 (11). Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2014. № 6 (11). С. 30–39.
5. Матвеева М.В. Развитие инновационных подходов к оптимизации структуры инвестиционной стоимости проектов в жилищном строительстве // WORD Press. Прага, 2014. 196 с.
6. Матвеева М.В. Целевая фокусировка как инструмент реализации национальных приоритетов развития: монография. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. 276 с.
7. Матвеева М.В., Копельчук С.Ю. Активизация потенциала государственных инновационных программ // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2014. № 5 (10). С. 36–43.
8. Петров А.В., Атаманов А.А., Петунин А.Г. Иркутские «хрущевки»: прошлое, настоящее, будущее // Вестник строителей Байкальского региона. 2014. № 4. С. 24–31.
9. Статистический ежегодник: краткий справочник Иркутской области. Иркутск: Иркутскстат, 2014. 60 с.

УДК 624.012.45

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ

© А.С. Чесноков¹, Б.И. Пинус²

¹ООО «Профи-Град»,

664047, Россия, г. Иркутск, ул. Александра Невского, 58.

²Иркутский национальный исследовательский технический университет,

664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Разработаны расчетно-динамические модели (РДМ) для оценки сейсмостойкости каменных зданий исторической застройки (КЗИЗ). Экспериментально методами микродинамической диагностики подтверждена тождественность предложенной расчетно-динамической модели действительной реакции здания на инерционные воздействия. Установлен дефицит сейсмостойкости каменных зданий исторической застройки, который в Прибайкалье составляет 1,5–3,0 балла. Предложены методы усиления.

Ключевые слова: сейсмостойкость; исторические здания; расчетно-динамические модели; оценка сейсмостойкости.

¹Чесноков Аркадий Сергеевич, инженер, директор, тел.: 89500603990, e-mail: profi-grad@mail.ru

Chesnokov Arkadii, Engineer, Director, tel.: 89500603990, e-mail: profi-grad@mail.ru

²Пинус Борис Израилевич, доктор технических наук, профессор кафедры строительных конструкций, тел.: (3952) 405467, e-mail: pinus@istu.edu.

Pinus Boris, Doctor of technical sciences, Professor of the Department of Building Structures, tel.: (3952) 405467, e-mail: pinus@istu.irk.ru

EXPERIMENTAL AND ANALYTICAL EVALUATION OF HISTORIC BUILDING SEISMIC STABILITY RESOURCE**A.S. Chesnokov, B.I. Pinus**

"Profi-Grad" LLC,

58 Alexandra Nevskogo St., Irkutsk, 664047, Russia.

Irkutsk National Research Technical University,

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia.

Analytical and dynamic models (ADM) are developed to estimate the earthquake resistance of historic stone buildings. The identity of the proposed analytical and dynamic model of the actual reaction of a building on inertial effects is proved by the experimental methods of microdynamic diagnosis. It is determined that there is the deficit of earthquake resistance in historic stone buildings, which reaches 1.5–3.0 points in the Baikal region. Reinforcement methods are proposed.

Keywords: seismic resistance; historical buildings; analytical and dynamic models; evaluation of seismic resistance.

Постановка вопроса. «Технический регламент безопасности зданий и сооружений» требует обеспечения их безопасности в течение всего срока эксплуатации [1]. Для объектов, эксплуатируемых в сейсмически активных районах, это требование тождественно сохранению (поддержанию) установленного уровня сейсмостойкости.

Согласно нормативной классификации под сейсмостойкостью объекта подразумевается (в наиболее обобщенном виде) его способность выполнять проектные функции после землетрясений расчетной интенсивности. Учитывая уникальность зданий анализируемой категории, указанное требование предопределяет необходимость обеспечения их полной сохраняемости [2].

Цель исследования. Разработка комплексного подхода к оценке ресурса сейсмостойкости каменных зданий исторической застройки.

Обоснование методики исследования. Все наиболее часто реализуемые на практике методы оценки сейсмостойкости могут быть систематизированы как формализованные качественные (экспертные), расчетно-аналитические и экспериментальные (вибродинамические). Первые из них характеризуются неизбежной субъективностью экспертов и, как следствие, ограниченной достоверностью заключений. Расчетно-аналитические методы, основанные на использовании нормативных расчетно-динамических моделей (РДМ), предполагают одновременное выполнение принципиальных условий (обеспечение пространственного характера работы здания, симметричность распределения масс и жесткостей, устройство антисейсмических швов, армирование и др.). Их отсутствие в зданиях исторической застройки предполагает определенную коррекцию аналитических прогнозов.

Что касается вибрационных испытаний, то они позволяют оценивать сейсмостойкость сооружения по его динамическим параметрам и, учитывая уникальность объектов, могут быть использованы только в «щадящем» режиме (удары «мягким грузом», фоновые инерционные воздействия, «мгновенные удары» и т.п.). В подобных испытаниях реакция массивных объектов не всегда тождественна их поведению в ожидаемых реальных условиях землетрясений.

В силу отмеченного выше для зданий исторического наследия предпочтительнее использовать комплексный подход, сочетающий процедуры технического мониторинга, экспериментальную проверку кон-

структивных параметров материалов несущих конструкций, коррекцию РДМ, учитывающую специфику объемно-планировочных (ОПР) и строительно-конструктивных решений (СКР) КЗИЗ. Достоверность получаемых результатов подтверждена выборочной экспериментальной проверкой группы зданий КЗИЗ «щадящими» вибрационными воздействиями. Установление динамических параметров зданий произошло:

– методом регистрации собственных колебаний по наличию резонансных пиков с помощью автономной сейсмической станции «Байкал-7НР» в комплекте с пьезоакселерометрами А1638 [3];

– методом фиксации фоновых микроколебаний от «мягкого удара» зданий дальномерным лазерным виброметром RSV-150, позволяющим осуществлять измерение вибраций и перемещений в диапазонах частот 0–25 кГц [4].

Обсуждение результатов исследования. Апробация разработанного системного подхода проведена для трех реальных объектов КЗИЗ, характеризующихся наиболее часто встречающимися (характерными) ОПР и СКР: двухэтажные здания с усложненной конфигурацией в плане, несущими наружными (420–1500 мм) и внутренними (140–440 мм) кирпичными стенами, деревянными бревенчатыми перекрытиями (пролетом до 7,2 м), бутовыми фундаментами (толщиной 500–1700 мм) и часто расположеными (шаг 2,5–4,5 м) перегородками из кирпича и половника.

Численное моделирование выполнено с использованием скорректированных РДМ, основанных на рекомендациях актуализированной версии СП 14.13330.2011 [2], и формированием жесткостных и прочностных характеристик конечных элементов по статистически обоснованным данным испытаний материалов каменных кладок. При этом моментная сейсмическая нагрузка по направлению обобщенных координат, соответствующая i -й форме колебаний и приложенная в точке k модели, определялась как

$$S_{ik}^j = k_0 k_i S_{oik}^j,$$

или

$$S_{oik}^j = m_k^j g A k_A \beta_i k_\nu \eta_{ik}^j,$$

где все обозначения принятые по СП 14.13330.2011.

Для монументальных зданий значение коэффициента k_0 принято равным 2, а $k_i=1$.



Динамические расчеты выполнены с использованием программного комплекса «Лира-САПР» и объективных данных визуально-инструментального мониторинга технического состояния. В качестве исходных параметров конструктивных свойств приняты экспериментальные данные прочности и деформативности кирпичной и бетонной кладок уровня их 95-процентной обеспеченности [5].

Результаты численного моделирования представлены в табл. 1.

Достоверность аналитических расчетов была проверена путем проведения для рассматриваемых объектов вибродинамических испытаний по вышеуказанным методикам. Измерения колебаний осуществлялись при фоновых инерционных воздействиях с замерами перемещений, скорости и ускорений в трех плос-

костях на каждом уровне: основание, подвал, первый и второй этажи (рис. 1, 2).

Учитывая случайный и разнонаправленный характер фоновых воздействий, анализ регистрируемых параметров велся с использованием их среднеквадратических значений, а векторное результирующее значение определялось по общепринятой процедуре:

$$X_i(t)_{\text{av}} = \sqrt{x_i^2(t)_x + x_i^2(t)_y + x_i^2(t)_z},$$

где $X_i(t)_{\text{av}}$ – вектор i -го параметра виброреакции здания; $x_i(t)$ – его проекции на соответствующие координатные оси.

Таблица 1

Объект	Частота в заданном направлении, Гц		Период колебаний в заданном направлении, с	
	продольное	поперечное	продольное	поперечное
1	3,982	4,032	0,251	0,248
2	9,052	8,941	0,110	0,112
3	5,260	5,350	0,190	0,187

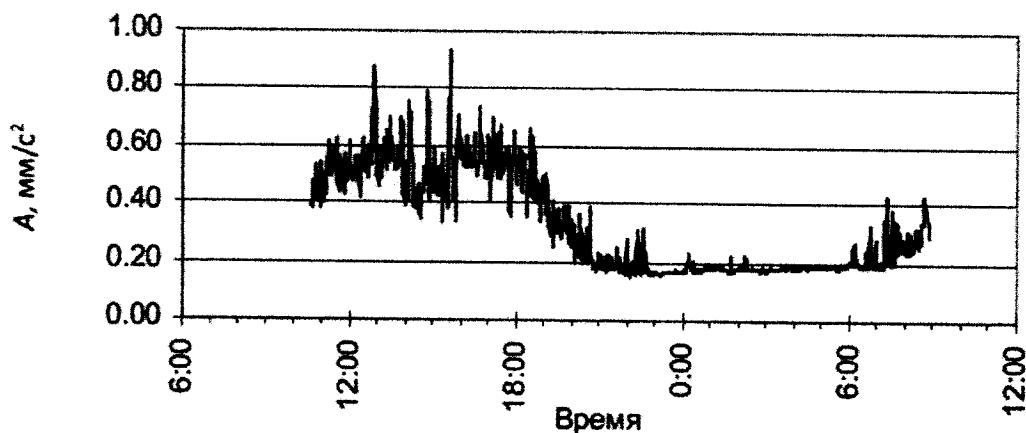
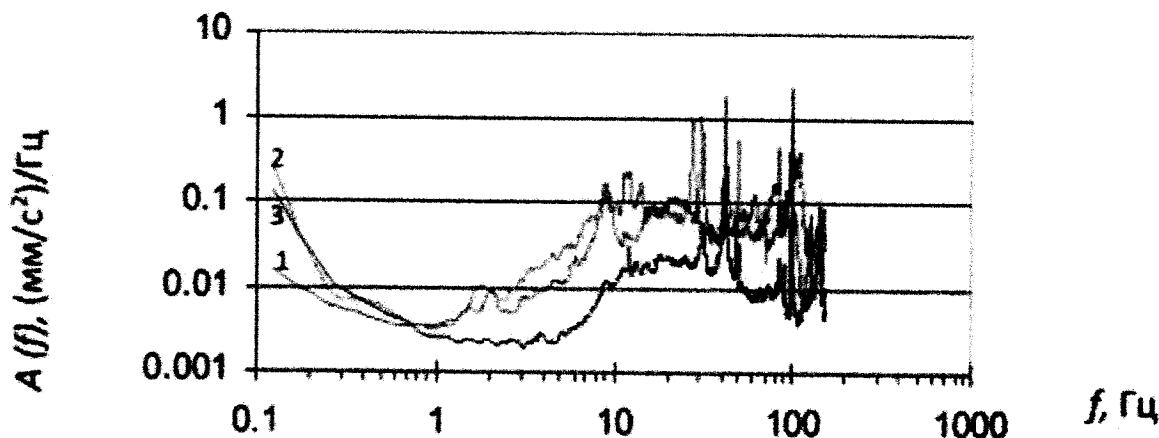


Рис. 1. Спектры виброускорения грунтов оснований

Рис. 2. Спектры виброускорений на различных уровнях здания:
1 – уровень подвала; 2 – уровень первого этажа; 3 – уровень второго этажа

В качестве типичных в табл. 2 представлены результаты измерений виброреакции одного из объектов, являющихся базовыми исходными данными для спектрально-корреляционной обработки данных с помощью стандартных преобразований Фурье [6].

Экспериментальные значения частоты и периода колебаний зданий – представителей КЗИЗ, приведены в табл. 3.

Вполне приемлемые совпадения расчетных и экспериментально установленных значений частот и периодов колебаний позволяют считать принятые РДМ достаточно адекватными действительной реакции объектов на инерционные динамические воздействия. Метод последовательных приближений позволяет установить фактический ресурс сейсмостойкости зданий КЗИЗ без проведения вибрационных испытаний.

Таблица 2

Параметры колебания здания при фоновых воздействиях

Параметры колебаний	Уровень замеров	Среднеквадратичные значения по осям			
		σ_x	σ_y	σ_z	σ_{xyz}
Перемещение, S_σ , мкм	Подвал	0,16	0,16	0,18	0,29
	1-й этаж	0,33	0,17	0,30	0,48
	2-й этаж	0,41	0,16	0,27	0,51
Скорость, B_σ , мкм/с	Подвал	1,76	1,76	2,10	3,26
	1-й этаж	5,41	1,99	9,15	10,82
	2-й этаж	5,16	3,04	11,18	12,68
Ускорение, A_σ , мм/с ²	Подвал	0,14	0,26	0,14	0,33
	1-й этаж	0,68	0,82	0,77	1,32
	2-й этаж	1,11	1,63	1,09	2,25

Таблица 3

Фактические (экспериментальные) динамические характеристики зданий

Объект	Частота в заданном направлении, Гц		Период колебаний в заданном направлении, с		Различие опытных и расчетных значений периода колебаний, %	
	продольное	поперечное	продольное	поперечное	продольное	поперечное
1	4,272	4,395	0,234	0,228	7,26	8,77
2	9,750	9,875	0,103	0,101	6,80	10,90
3	5,600	5,740	0,179	0,174	6,15	7,47

Используя данные технического мониторинга и предложенные актуализированные модели, итерационным методом установлено, что фактический ресурс сейсмостойкости объектов КЗИЗ составляет 6,0–6,5 баллов по шкале, представленной в действующих нормативных документах. Следовательно, дефицит их сейсмостойкости в условиях Прибайкалья составляет 1,5–3,0 балла даже при отсутствии внешних повреждений и неисправностей. Он объясним не только объективным физическим износом каменных конструкций. Повышенная сейсмоузловая обусловлена в основном существующим строительно-конструктивным решением, отличающимся большой массивностью при сравнительно ограниченной пространственной жесткости, обеспечивающей переделение динамических усилий между несущими элементами. Кроме того, оказывается отсутствие антисейсмических конструктивных мер – сейсмопоясов, армирования, узловых усилий и т.п.

Учитывая уникальность рассматриваемых объектов, их усиление до уровня необходимой сейсмостойкости сопряжено с определенными историческими архитектурно-строительными ограничениями. При этом большинство предлагаемых решений каменных зданий направлено на устранение локальных повреждений, дефектов и неисправностей. В частности, это

достигается фрагментарной заменой поврежденных участков кладок, инъектированием трещин, устройством бетонных аппликаций, обоям и других местных усилений. Однако важный вопрос обеспечения общей пространственной устойчивости и совместности работы всех конструктивных элементов принципиально не решается.

Анализ всех имеющихся решений [7, 8] дает возможность считать предпочтительными для КЗИЗ методы, позволяющие увеличить пространственную жесткость за счет включения в работу на возможные сейсмические воздействия перегородок, столбов и стен с одно- и двухсторонним их усилением торкретированием по арматурным сеткам. При необходимости может производиться фрагментарная замена участков деревянных перекрытий на железобетонные. Разработанные РДМ позволяют методами численного моделирования определять необходимый объем работ по усилению с учетом установленного дефицита ресурса сейсмостойкости. Эффективность предлагаемых решений проверяется поверочными испытаниями с контролем динамических параметров. В частности, для указанных ранее зданий – представителей КЗИЗ усиление выполнено путем одностороннего торкретирования несущих наружных стен и объемного торкретирования перегородок. Причем принятное узловое



Таблица 4

Динамические параметры колебаний КЗИЗ (на примере объектов г. Иркутска)

Наименование объекта	Направление воздействия	Частота и период колебаний			
		до усиления		после усиления	
		f_0 , Гц	T_0 , с	f_{01} , Гц	T_{01} , с
Здание-памятник по ул. Лапина, 8	продольное	5,26	0,190	13,3	0,075
	поперечное	5,35	0,187	14,5	0,069
Усадьба Аксенова	продольное	4,639	0,216	6,25	0,16
	поперечное	5,493	0,182	7,41	0,135
Жилой дом по ул. Урицкого	продольное	4,028	0,248	5,85	0,171
	поперечное	4,517	0,221	6,329	0,158

армирование предусматривает включение всех перегородок на горизонтальные динамические воздействия.

Эффективность разработанного и реализованного усиления подтверждена данными вибрационных испытаний с регистрацией резонансных пиков (табл. 4).

Сопоставительный анализ динамических характеристик наглядно подтверждает увеличение ресурса сейсмостойкости рассматриваемой застройки.

В заключение сформулируем следующие выводы:

Библиографический список

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: федер. закон РФ от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013).
2. СП 14.13330.2011. Строительство в сейсмических районах: актуализированная редакция СНиП II-7-81*. М.: Минрегионразвития РФ, 2011. 29 с.
3. Бержинская Л.П. Надежность региональных типов зданий при сейсмических воздействиях (на примере Прибайкалья): дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. Иркутск, 2006. 125 с.
4. ГОСТ Р 54859-2011. Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний. М.: Стандартинформ, 2012.
5. Чесноков А.С. Пинус Б.И. Конструктивные свойства каменных кладок зданий исторической застройки // Вестник ИрГТУ. 2015. № 3 (98). С. 162–165.
6. Бендат Д., Пирсол А. Применения корреляционного и спектрального анализа. М.: Мир, 1983. 312 с.
7. Мартемьянов А.И., Ширин В.В. Способы восстановления зданий и сооружений, поврежденных землетрясением. М.: Госстройиздат, 1962. 284 с.
8. Камейко В.А. Состояние и основные направления исследования прочности каменных конструкций. М.: Стройиздат, 1978. 134 с.

1. Каменные здания исторической застройки имеют дефицит ресурса сейсмостойкости, оцениваемый в 1,5–3,0 балла по действующей шкале интенсивности землетрясений.

2. Актуализированные нормативные расчетно-динамические модели позволяют определить объем необходимых конструктивных мер усиления каменных зданий исторической застройки до уровня необходимой сейсмостойкости.

Статья поступила 14.08.2015 г.