

Сборник научных трудов академии  
строительства и архитектуры  
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный  
университет В.И. Вернадского»

Свидетельство о регистрации СМИ  
ПИ № ФС77-61830 от 18.05.2015 г.

**Техническая редакция:**  
Янушковский К.А.

**Редакционный совет:**

**Председатель: Федоркин С.И., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Заместитель председателя: Николенко И.В., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Заместитель председателя: Любомирский Н.В., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Руководители редакционных комиссий:**

– *Градостроительство* – **Нагаева З.С., д.арх., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

– *Строительные науки* – **Шаленный В.Т., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

– *Инженерное обеспечение* – **Зайцев О.Н., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

– *Экологическая безопасность* – **Ветрова Н.М., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Члены редакционного совета:**

**Андронов А.В., к.ф.-м.н., доц.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Абдулгасис У.А., д.т.н, проф.,** ГБОУ ВО РК «КИПУ»

**Бекиров Э.А., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Беспалов В.И., д.т.н., проф.,** ФГБОУ ВПО «РГСУ»

**Боровский Б.И., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Горбатюк Н.В., к.г.н., доц.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Графкина М.В., д.т.н., проф.,** ФГБОУ ВПО «МГМУ»

**Дворецкий А.Т., д.т.н., проф.,** КФУ им. В.И. Вернадского

**Дьяков И.М., к.т.н., доц.,** КФУ им. В.И. Вернадского

**Кукунаев В.С., д.т.н., с.н.с.,** КФУ им. В.И. Вернадского

**Линченко Ю.П., к.т.н., доц.,** КФУ им. В.И. Вернадского

**Лукьянченко М.А., к.т.н., доц.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Любомирский Н.В., д.т.н., проф.,** КФУ

им. В.И. Вернадского

**Морозов А.Д., к. т. н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Маилян Д.Р., д.т.н., проф.,** ФГБОУ ВПО «РГСУ»

**Несветаев Г.В., д.т.н., проф.,** ФГБОУ ВПО «РГСУ»

**Пищулина В.В., д.арх., проф.,** ФГБОУ ВПО «РГСУ»

**Родин С.В., к.т.н., доц.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Рыжаков А.Н., к.ф.-м.н., доц.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Сироджа И.Б., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Серпокрылов Н.С, д.т.н., проф.,** ФГБОУ ВПО «РГСУ»

**Толстой М.Ю., к.т.н., доцент,** ИРНТУ

**Цопа Н.В., д.э.н., проф.,** КФУ им. В.И. Вернадского

**Чемодуров В.Т., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

**Чеботарев В.И., д.т.н., проф.,** ФГБОУ ВПО «РГСУ»

**Шейна С.Г., д.т.н., проф.,** ФГБОУ ВПО «РГСУ»

**Ячменева В.М., д.э.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

Утвержден к печати согласно протокола заседания  
ученого совета АСА ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»  
№ 3 от 28.03.2016.

Адрес редакции: 95006, г. Симферополь, ул. Павленко, 3,  
АСА, корпус 2, к.410, E-mail: rio@narks.ru

©Академия строительства и  
архитектуры 2016

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Раздел 1. Градостроительство</b>		
Кройтор И.М. Повышение сейсмобезопасности жителей города Керчи в свете реализации генерального плана.		3
Максименко А.Е., Малаховская А.И. Бионическая архитектура		8
Максименко А.Е. Строительство на склоне в сейсмически опасной зоне.		12
<b>Раздел 2. Строительные науки</b>		
Белавский В.А., Богущкий Ю.Г. К вопросу расчета несущей способности надстроек дополнительных этажей зданий из холодногнутых стальных профилей.		15
Ефремов А., Титаренко В. Механизм обоснования весового влияния локальных потенциалов различного уровня при оценке интегрального рыночного потенциала строительного предприятия.		19
Меннанов Э.М. Бугаевский Д.А. Влияние эффективного коэффициента концентрации напряжений на прочность сварных конструкций.		23
Романенко Т.Н., Керимов А.Д., Древетняк О.И. Современные методы возведения фундаментов сейсмостойких сооружений		27
Чемодуров В.Т., Кузьмина Ю.С. Оценка прочности цилиндрических баков с жидким наполнителем при динамических нагрузках.		31
<b>Раздел 3. Инженерное обеспечение</b>		
Боровский Б.И., Иванников Ю.А. Связь затрат на строительство распределительной газовой сети с характеристиками сети.		35
Завалий А.А. Проектирование систем инфракрасного нагрева.		41
Салиев Э. И., Штонда Ю. И., Штонда А. Ю., Звягинцев Ю.М., Пилявская А. В., Злобина А. Д. Использование альтернативных источников энергоснабжения для обеззараживания сточных вод на канализационных очистных сооружениях.		46
Салиев Э.И., Сушкова А. Е., Велиляева З. С. Возможности использования ресурсов пресной воды для централизованного водоснабжения республики Крым		50
Цопа Н. Особенности управления энергосбережением в инвестиционно-строительном комплексе.		54
Шаленный В. Т., Романенко Т. Н., Лесникова Е.И Усовершенствованная конструкция и сравнительная эффективность утепления блоками из пеностекла		60
<b>Раздел 4. Экологическая безопасность</b>		
Ветрова Н., Иваненко Т. Особенности формирования экологического состояния прибрежных рекреационных зон		64
Волкова Н., Захаров Р. Дифференцированное орошение как шаг к рациональному использованию водных ресурсов.		69
Графкина М.В., Кузин П.А., Софиев М.А. Метод расчетного мониторинга загрязнения воздуха крупных городов выбросами автотранспорта.		78
Лущик А.В., Горбатюк Н.В., Морозов В.И. Водоотбор и его влияние на подземные воды пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения в Крыму.		83
Садькова Г.Э., Иваненко Т. А. Оценка экологического риска прибрежных территорий от процесса абразии.		92
Чабан В.В., Бейнер Н.В. Прогноз дефицита рапы при регулировании гидрологического режима восточного бассейна сакского озера		98
Памятка для авторов. Оформление списка литературы		103

## Раздел 1. Градостроительство

УДК.699.8

### ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТИ ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА КЕРЧИ В СВЕТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА.

Кройтор И.М.

Керченский инженерно-технический центр по созданию объектов градостроительства (филиал) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского»

E-mail: kroitor\_isaak@mail.ru

**Аннотация:** Цель данной статьи: определение концептуальных направлений по реализации генерального плана города Керчи с учётом специфических местных факторов и разработка рекомендаций по программе повышения сейсмобезопасности жителей города.

**Ключевые слова:** Сейсмобезопасность, сейсмостойкость, реконструкция многоквартирных домов, чрезвычайные ситуации.

#### Введение

До 1993 года строительство жилых домов в городе Керчи осуществлялось без учёта антисейсмических мероприятий. В связи с включением в 1993 году города в район с фоновой сейсмичностью 7 баллов, с 2007 года – 8 баллов, а с учётом неблагоприятных гидрогеологических условий на части территории, где сейсмическое воздействие оценивается в 9 баллов, возникла серьёзная масштабная проблема в приведении существующего жилого фонда к действующим нормам сейсмобезопасности, требующая больших материальных и трудовых затрат.

Согласно пункта 8 статьи 36 «Градостроительного кодекса Российской Федерации» (редакция от 21.07.2014 года) «Земельные участки или объекты капитального строительства, виды разрешённого использования, предельные размеры и параметры которых не соответствуют градостроительному регламенту, могут использоваться без установления срока приведения их в соответствие с градостроительным регламентом, за исключением случаев, если использование таких земельных участков и объектов капитального строительства **опасно для жизни и здоровья человека...**».

Это накладывает особые условия на дальнейшую застройку города.

#### Пути решения проблемы

Будущая застройка города должна вестись по общей программе с реконструкцией и приведением существующего жилого фонда к действующим нормам сейсмостойкого строительства, что позволит заменить старое жильё на современное при минимальных затратах.

В основном строительство многоквартирных домов должно вестись по трём направлениям:

1.- Целевое бюджетное доступное жильё (молодые семьи, военнослужащие, депортированные народы и т. п.). Строительство, как правило, будет осуществляться на свободных участках;

2.- Коммерческое жильё повышенной комфортности. Строительство преимущественно будет вестись в центральной части города со сносом старых ветхих домов;

3.- Реконструкция многоквартирных жилых домов с приведением к нормам сейсмостойкого строительства и теплотехническим требованиям.

#### Анализ технического состояния существующего жилого фонда

В результате второй мировой войны было разрушено более 85% жилых домов Керчи. Восстановление города началось с 1944 года. Построенные до 1993 года в несейсмическом исполнении жилые дома представлены следующими типами:

- двух – трёхэтажные дома из камня – ракушечника;
- четырёх – пятиэтажные дома из блоков пильного известняка серии 67;
- пятиэтажные крупнопанельные дома серий 1-464П;
- пяти – девятиэтажные крупнопанельные дома серии 1-464АП;
- пяти – девяти – десятиэтажные крупнопанельные дома серии 121К.

Только крупнопанельные дома серии 1-464АП (серия предназначалась для строительства на просадочных грунтах) соответствуют требованиям сейсмостойкого строительства.

Автор считает необходимым акцентировать внимание на предложениях по реконструкции жилых домов рабочих посёлков (посёлки Войкова и Аршинцево). Эти дома, в основном, двух – трёхэтажные, просуществовали более 60 лет и имеют большой процент износа (рис.1, 2).



Рис. 1

Генеральный план определил историческую ценность этих домов.

Обследование зданий показало, что многие из них находятся в неудовлетворительном состоянии, несущие стены из камня – ракушечника имеют трещины, перекрытия и крыши требуют капитального ремонта и т. д. Затраты на капитальный ремонт с приведением их к нормам сейсмостойкости и теплоустойчивости сопоставимы с новым строительством. Капитальный ремонт невозможен без отселения жильцов, что создаёт проблему создания переселенческого фонда. Попытка воспроизвести в новой застройке старые здания не всегда решает задачу сохранения старой застройки, при этом обеспечивая новые социальные и эстетические требования настоящего времени.

Зачастую «охранительство» стало препятствовать минимальным реконструктивным мероприятиям, жизненно необходимым для функционирования современного города. Всё старое автоматически воспринимается как историческая ценность. Любое вторжение в старую застройку вызывает резкое эмоциональное неприятие безо всяких аргументов, расценивается как покушение на исторический облик города. При самом бережном отношении к старой застройке нельзя забывать, что мы должны создавать современный город, в котором будут жить наши потомки и оценивать наши деяния. Реконструкция и восстановление старых домов может создать только копии, точнее «протезы» оригиналов, которые уже не могут представлять историческую ценность. (Целесообразно сохранение единичных объектов, чтобы наши потомки могли увидеть условия проживания во второй половине XX века).

#### Методы реконструкции домов

##### 1. Двух – трёхэтажные дома

Реконструкция бывших рабочих жилых кварталов в посёлках Войково и Аршинцево вызывается, прежде всего, необходимостью обеспечения сейсмобезопасности проживания жителей.

Эффективное решение этой программы возможно при сносе старых домов и строительстве новых, соответствующих всем современным требованиям, с увеличением этажности до четырёх



Рис.2

этажей. Строительство новых домов должно вестись **«верным»** способом, который заключается в следующем: отселяются жильцы первого разбираемого двухэтажного дома, строится на его месте четырёхэтажный дом, и после его возведения в него вселяются жители снесённого и очередного разбираемого дома. Преимущества этого способа – жильцы вселяются в современные квартиры в своём районе (дворе), не нужен переселенческий фонд, упрощается процедура переселения.

Большинство квартир являются частной собственностью жильцов. В связи с этим вступает в действие социальный фактор – человек и его участие в обеспечении комфортности и безопасности проживания. Очевидно, без сознательного привлечения средств населения не обойтись. Перед эксплуатирующими компаниями – балансодержателями домов, уже сегодня стоит вопрос об изыскании средств на капитальный ремонт, в стоимость которого войдут затраты на антисейсмические мероприятия. Как указывалось выше, затраты на капитальный ремонт сопоставимы с затратами на новое строительство.

Учитывая низкие доходы населения, необходима поддержка государства. Общая заинтересованность государства и населения в решении этой проблемы требует взвешенного подхода к регламентации правовых, финансовых отношений на государственном уровне. Повышение этажности новых домов и увеличение общего количества вводимых квартир позволит привлечь средства коммерческих фирм на строительство, что значительно снизит бремя расходов жителей сносимых домов и государства.

2. Пятиэтажные крупнопанельные дома серии 1-464П(хрущёвки).

Эти дома, возведенные около шестидесяти лет назад, реконструировать нецелесообразно, так как они не соответствуют современным нормативным требованиям – занижены площади кухонь, отсутствуют лифты, мусоропроводы, большие теплопотери зданий и т. п.

Целесообразно эти здания включить в план сноса как непригодное жильё, учитывая их небольшое количество. Возможно их использование

для временного проживания как переселенческий фонд.

3. Пятиэтажные дома серии 67 из блоков пильного известняка

Эти дома имеют жесткую конструктивную схему. Возможно их усиление устройством на углах зданий железобетонных рубашек и увеличение опорных частей лестничных маршей и площадок. Эти работы не требуют отселения жильцов и могут быть выполнены при капитальном ремонте.

4. Пяти, девяти, десятиэтажные крупнопанельные дома серии 121К.

Домами этой серии застраивались все новые спальные районы города с 1980 по 1993 год (около 600 тысяч кв. метров). Большинство домов построены на безростверковых свайных фундаментах, неприемлемых в сейсмических районах. Из-за масштабности проблемы приведение этих домов к требованиям сейсмостойкости должно проводиться без отселения жильцов и в два этапа:

1 этап – усиление безростверковых свайных фундаментов. Эти работы могут проводиться одновременно на большом количестве объектов по одной муниципальной программе,

2 этап – реконструкция надземной части по рекомендациям серии 0.00-2.96 (усиление полимерармированными шпонками, усиливающими связь между стеновыми панелями по вертикальным и горизонтальным швам, между наружными стеновыми панелями и перекрытиями).

Рекомендации по приведению к нормам сейсмостойкого строительства крупнопанельных домов серии 121К даны в статье журнале «Будівництво України» [1].

#### **Рекомендации по повышению сейсмобезопасности жителей Керчи в современных условиях**

Для приведения такого количества домов к нормам сейсмостойкого строительства требуются огромные средства и, самое главное, длительные (не определённые) сроки реализации.

В связи с этим, должна быть разработана программа, направленная на повышение безопасности жителей этих домов, в случае чрезвычайных ситуаций, до приведения их к нормам сейсмобезопасности.

Программа должна отражать следующие специфические условия города:

1. Жилые дома, построенные без антисейсмических мероприятий, являются главным источником опасности при землетрясении;

2. Керчь отличается от традиционно сейсмических регионов, где население в определённой мере технически и психологически подготовлено к проявлениям стихии. Керчане не знают как действовать при угрозе землетрясения, что вызовет панику, которая может быть опаснее самого землетрясения;

3. Отсутствуют программы по действиям подразделений МЧС, органов власти и населения в

период предшествующий землетрясениям, при их проявлении и их последствиям.

#### **Основные положения программы**

- Прогнозирование землетрясений;
- Оповещение о прогнозируемых сроках землетрясений;
- Действие службы МЧС, органов власти и населения до, в период, и после землетрясений;
- Системная информационная работа службы МЧС с населением;
- Количественный расчёт экономических потерь для жилых комплексов по методике оценки сейсмического риска, разработанной Крымским экспертным советом по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений.

#### **Анализ исследований и публикаций по данной теме**

Во всем мире методики уверенного краткосрочного прогноза не существует.

И, тем не менее, по мнению многих учёных, при систематическом, строгом и научном анализе можно предвидеть удар хотя бы приблизительно. Известен случай, когда все население китайской провинции Ляонин в феврале 1975 года было призвано наблюдать за биопредвестниками, и когда стихия разбушевалась, и было разрушено 90 процентов зданий — сотни тысяч людей были спасены, ибо заблаговременно были эвакуированы [2].

Землетрясения могут казаться нам непреодолимой силой – однако, мировой опыт доказывает, что соответствующие приготовления и правильное поведение при землетрясении спасает жизни.

События в Крымске показали, что многочисленных жертв можно избежать, если бы власти и население адекватно среагировали на предупреждение о надвигающемся стихийном бедствии – времени на эвакуацию людей из города было предостаточно. Пример многомиллионного мегаполиса Нью - Йорк (США) в аналогичной ситуации показал, что благодаря своевременно и чётко организованному муниципальными властями вывозу населения из опасного района и активной помощи самого населения, число жертв было сведено к минимуму.

#### **Прогнозирование землетрясений**

Прогнозирование землетрясений в условиях Керчи приобретает первостепенное значение. Сейсмическая станция "Керчь", находящаяся на территории Павловского маяка, – единственная на Керченском полуострове.

В 2007 г. станция была переоснащена цифровой аппаратурой, и теперь самая молодая сейсмостанция Крыма технически усовершенствована на уровне современных стандартов. Наша станция "подсекает" с севера эпицентры Керченско-Анапской зоны. От точки, где расположена сейсмостанция "Керчь", до эпицентра

зоны восемьдесят – сто километров. Чем ближе станция к сейсмоопасной зоне, тем точнее сведения о поведении и активности земных пластов [3]. Для более точной и оперативной информации необходимо на Керченском полуострове размещение дополнительной сейсмологической станции, представляющей комплекс с разнесёнными по площади сейсмологическими приёмниками и регистрирующей станцией, которая записывает сейсмическую активность. По регистрируемым данным обеих станций можно более точно определять направление на очаг землетрясения, его мощность, расстояние до него и время события.

#### **Оповещение о прогнозируемых сроках землетрясений**

Основными элементами оповещения в этой системе остаётся использование электросирен, громкоговорителей и трансляций по радио.

Назрела необходимость модернизации по линии МЧС общей системы оповещения о всех видах чрезвычайных ситуаций (ГО, природные и техногенные). От того, насколько своевременно и правильно население будет информировано о землетрясении, будет зависеть тяжесть его последствий.

#### **Действия службы МЧС, органов власти и населения до, в период и после землетрясений**

Распоряжением Совета министров АРК от 15 мая 2012 года № 311-р принят «План действий органов управления и сил гражданской защиты Автономной Республики Крым при угрозе или возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера». Он определяет порядок координации действий органов управления и сил гражданской защиты, их взаимодействие с предприятиями, организациями и учреждениями по осуществлению мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера на территории республики.

Учебно - методическим центром гражданской защиты и безопасности жизнедеятельности АРК одобрены методические рекомендации по профилактике чрезвычайных ситуаций -- «Азбука выживания: землетрясения» [4]. В этом документе даны рекомендации, как подготовиться к землетрясению, как действовать во время землетрясения, после землетрясения. На базе этих документов учебно – методическому центру гражданской защиты и безопасности жизнедеятельности АРК целесообразно разработать **пособие** «Действие населения города Керчи при землетрясениях». В пособии, в дополнение к общепринятым рекомендациям, должны быть учтены специфические условия города – большинство многоквартирных домов не имеет сейсмозащиты от землетрясений выше 6-ти баллов и являются основным источником опасности. В этих условиях первостепенной задачей является **быстрая эвакуация** людей из зданий; для тех, кто не успел

покинуть здание, необходимы объяснения, что требуется занять самые безопасные места в своих квартирах. В пособии такие места должны быть определены для всех типов квартир многоэтажных зданий серий 67, 1 - 464, 121К.

#### **Системная информационная работа службы МЧС с населением**

От подготовки населения к чрезвычайным ситуациям во многом будет зависеть жизнь людей. Разработанное пособие «Действие населения города Керчи при землетрясениях» должна иметь каждая семья многоквартирных домов. Люди должны знать, что они должны делать во время землетрясения и после него, уметь оказывать первую медицинскую помощь и помнить, что дисциплина, самообладание, пресечение паники поможет спасти многие жизни.

Служба МЧС совместно с жилищно – эксплуатирующими компаниями должны проводить системную работу по обучению населения правилам защиты при землетрясениях, заранее продумывать о своих действиях и подготовке своих жилищ к возможности быстрой эвакуации и самых безопасных мест внутри квартир.

#### **Количественный расчет экономических потерь для жилых комплексов по методике оценки сейсмического риска**

Определение прогнозируемых последствий землетрясений позволит обратить внимание властных структур на актуальность сейсмобезопасности в регионе, необходимости финансирования реализации Программы Крымского экспертного совета по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений, развитию системы стационарных наблюдений.

#### **Оценка сейсмической опасности в Крыму сегодня**

По данным Крымского экспертного совета по оценке сейсмической опасности каждый год в Крыму регистрируется до сотни землетрясений. Пугаться их не стоит: эти толчки чувствуют только приборы. Согласно ДБН В.1-12:2006 «Строительство в сейсмических районах» период повторяемости землетрясений в Керчи силой в 7 баллов – один раз в сто лет, 8 баллов – один раз в пятьсот лет. Но, не смотря на относительно спокойную сейсмообстановку в регионе, следует помнить о том, что вероятность сильных землетрясений не исключена.

#### **Список литературы**

1. Кройтор И.М. Крупнопанельные жилые дома серии 121К в г. Керчи: проблемы и пути их решения. /«Будівництво України» 4-2013/ с.19-22.
2. <http://road-crimea.narod.ru/earth.htm>
3. <http://www.kr-eho.info/index.php?name=News&>

4. Чиняева Т.С. «Азбука выживания: Симферополь: УМЦ ГЗ и БЖД АР Крым, 2008. землетрясения». Методические рекомендации по стр.15 профилактике ЧС. Для работы с населением.

Kroitor I.M.

#### IMPROVING THE SEISMIC SAFETY OF THE RESIDENTS OF THE CITY OF KERCH IN THE LIGHT OF THE IMPLEMENTATION OF THE MASTER PLAN

**Summary:** The purpose of this article: the definition of conceptual directions for the implementation of the General plan of the city of Kerch with specific local factors and development of recommendations for improving the seismic safety of city residents.

**Keywords:** Seismometers, seismic resistance, the reconstruction of apartment buildings, emergency.

УДК 711.4.01

## БИОНИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА

Максименко А.Е.\* , Малаховская А.И.\*\*

Академия строительства и архитектуры КФУ им.В.И. Вернадского, г.Симферополь, ул. Киевская 181

E-mail: maksimenko\_alexs@mail.ru\* , alina\_malakhovskaya@mail.ru\*\*

**Аннотация:** В данной работе рассматриваются примеры мировой бионической архитектуры и их конструктивные особенности. Делаются прогнозы относительно роли подобной архитектуры, предлагаются варианты использования бионической архитектуры в Крыму.

**Ключевые слова:** бионическая архитектура, природа, наука, архитектура Крыма.

**Введение**

Бионика – это направление, в первую очередь, научное, а потом уже творческое. Применительно к архитектуре оно означает использование принципов и методов организации живых организмов и форм, созданных живыми организмами, при проектировании и строительстве зданий [1].

Бионика – это инновационный архитектурный стиль, берущий все самое лучшее от природы: рельефы, контуры, формы.

Бионическая, или органическая архитектура обращена к человеку, внутреннее пространство такого здания положительно влияет на самочувствие, настроение человека, раскрывает его творческие способности. В современных крупных городах присутствует агрессивная визуальная среда, которую создают однотипные прямоугольные здания с гладкими поверхностями, с однообразными серыми оттенками. Такая среда подавляет человека своим однообразием. Архитектура бионических сооружений, напротив разнообразна, в ней отсутствуют прямые линии и углы, она является естественным продолжением самой природы [2].

**Анализ публикаций, материалов, методов**

Само понятие бионика возникло в начале XX в. Учебная литература по архитектуре определяет бионику как науку на границе между техникой и биологией, решающую задачи инженерного характера, основываясь на анализе жизнедеятельности и структуры организмов. Основой этому служит биологическое родство человека и живой природы [3]. Наглядным примером бионического стиля можно считать идею летательного аппарата с подвижными как у птиц крыльями, принадлежащую Леонардо да Винчи. Основоположником применения природных форм в строительстве стал Антонио Гауди [4].

На основе бионического принципа, южнокорейский архитектор С.Калатрава построил в Швеции башню - HSB Turning Torso, буквально «закрученное» вокруг своей оси стодевяностометровое здание, «сложенное» из девяти слегка сдвинутых относительно друг друга кубов так, что верх башни оказывается повернутым на 90° от основания.

Архитектор считает, что линия изгиба небоскреба имитирует изгиб тела человека, выполняющего подачу в теннисе. Отсюда и название здания «Горс в повороте».

Биоархитектор из Мексики по имени Хавьер Сеносиан, рассматривая природу под инженерным углом, стремится к стилистическому повторению органических форм в конструкциях своих зданий. Главный принцип бионической архитектуры состоит в том, что функциональное пространство должно являться продолжением законов природы.

Бионическое здание, больше напоминающее раковину улитки, открылось миру в 2006 году в городе Наукальпан-де-Хуарес. Дом буквально дышит своей обтекаемостью, а мебелировка, выступающая из стенок, обрамлена живыми растениями. Если подняться по ступеням лестницы, можно посмотреть на улицу сквозь цветные вставки огромного окна. Чем дальше вы пройдете, тем охотнее вам поверится, что раковина моллюска-наутилуса – довольно удобная конструкция для того, чтобы в ней поселиться [5].



Рис.1. Nautilus House или Дом-улитка

Конструктивные системы живых организмов формируются по принципу экономии материалов и обеспечения надежности конструкции. Характерный пример этого направления - полная аналогия между современными высотными сооружениями и стеблями злаков, которые, как известно, способны выдерживать большие нагрузки и не ломаться под тяжестью соцветия. Морфологические исследования показали, что строение их аналогично конструкции современных

высотных фабричных труб - обе конструкции полые. Скелеренхимные тяжи стебля играют роль продольной арматуры. Междоузлия стеблей - своеобразные кольца жесткости.

Среди множества спроектированных и построенных сегодня на различных природных принципах архитектурных объектов не может не вызывать интерес грандиозный по замыслу проект бионического «сверхвысотного» вертикального города-башни, созданный испанскими архитекторами, супругами Розой Сервера и Хавьером Пиозом. Объект впервые был представлен в 1997 г. в Лондоне на III Международной конференции по высотным сооружениям, должен появиться в Шанхае и представляет собой исключительное по своему масштабу, одно из последних и самых современных бионических построений.

В основу проекта положен принцип конструкции дерева кипарис. Башня-город по проекту будет иметь высоту 1228 м с охватом в самой широкой точке 166 на 133 м, у основания 133 м на 100 м. В башне будет 300 этажей, расположенных в 12 вертикальных кварталах по 80 м в высоту каждый, между которыми роль несущей конструкции для каждого очередного уровня квартала будут играть перекрытия-стяжки предыдущего уровня.

При возведении свайного фундамента планируется использовать алюминиевую «гармошку», опирающуюся на землю и едва заглубленную в нее, где «корневая система» здания при строительстве будет увеличиваться по мере набора высоты. Снаружи башня будет покрыта специальным воздухопроницаемым пластичным материалом, имитирующим кожу или кору дерева и сводящим к минимуму колебания верхних этажей. Изучая бионические принципы, приложимые к современной архитектуре и материалам, М.Р.Сервера и Х.Пиоз пришли к выводу, что в природе не существует построений из однородных материалов. В этом плане, если смотреть, например, на дерево более внимательно, то обнаружится, что оно не состоит из единого монолита и меняется по мере того, как растет. Внешние слои имеют большую плотность, чем внутренние. Ветви у земли - иную структуру, чем верхние, а корневая система постоянно меняется. По свидетельству авторов проекта, механизм роста конструкции, или, точнее, набора высоты, был позаимствован ими у кипариса, дерева, обладающего исключительными, если не уникальными свойствами устойчивости и прочности. При том, что корневая система кипариса заглублена всего на 500 мм, она невероятно разветвлена и по своему строению напоминает губку. С каждым новым миллиметром ствола появляется, уходя чуть в сторону от уже существующего, и новый отросток корня. Листья кипариса состоят из мелких чешуйчатых мембран, сквозь которые проходит ветер любой силы.

Бионическая урбанистика, представленная именами этих архитекторов, выделяется сегодня как самостоятельная часть архитектурной бионики, поскольку оперирует особенностями использования закономерностей живой природы не только в сфере градостроительства, но и в более широких областях пространственно-территориального и инженерно-технического освоения, ибо возведение зданий в рамках тех или иных бионических концепций позволяет не только создать гармонию с окружающей средой, но и, по сути, открыть новое качество жизни [6].

Как закономерное следствие - именно бионический подход в архитектуре является сегодня одним из наиболее востребованных в мире архитектурных течений, базирующихся на наиболее органичных и естественных для человека условиях его жизнедеятельности.

В мировой архитектуре есть множество примеров бионической архитектуры. Например:

- Эйфелева башня в Париже (повторяет форму берцовой кости);
- стадион «Ласточкино гнездо» в Пекине (внешняя металлическая конструкция повторяет форму птичьего гнезда);
- небоскреб Аква в Чикаго (внешне напоминает поток падающей воды, также форма здания напоминает складчатую структуру известковых отложений по берегам Великих Озер);
- Жилой дом «Наутилус» или «Раковина» в Наукальпане (его дизайн взят из природной структуры – раковины моллюска)
- оперный театр в Сиднее (подражает раскрывшимся лепесткам лотоса на воде);
- плавательный комплекс в Пекине (конструкция фасада состоит из «пузырьков воды», повторяет кристаллическую решетку и позволяет аккумулировать солнечную энергию, используемую на нужды здания);
- Национальный оперный театр в Пекине (имитирует каплю воды);
- здание Лондонской мэрии в форме яйца и др.

#### **Цель и постановка задачи исследований**

Целью работы является изучение конструктивных особенностей бионической архитектуры.

Задача: поиск вариантов решения проблемы монотонности застройки с помощью бионической архитектуры.

#### **Основной раздел с результатами и их анализом**

Среда современного крупного города подавляет человека своим однообразием.

Бионическая архитектура, напротив, является продолжением природы. Вероятно, что в будущем ее роль будет возрастать.

На наш взгляд, перспективно строить в бионическом стиле, как частные дома, так и общественные здания.

Так, например, в Крыму можно было бы построить кафе, которое имеет форму кита, плавающего в большом аквариуме. В раскрытой пасти кита находится вход в кафе. Здание имеет металлический каркас. Стены кафе-кита выполнены из темного стекла, темного и прозрачного настолько, насколько оно позволяет людям, находящимся на улице, видеть людей, сидящих за

столиками и перемещающимися внутри черного кита.

Что касается аквариума, то он может быть выполнен из фрагментов небольших объемов таким образом, чтобы создавалась видимость огромного аквариума с китом внутри. Этими фрагментами облицованы стены и потолок кафе.

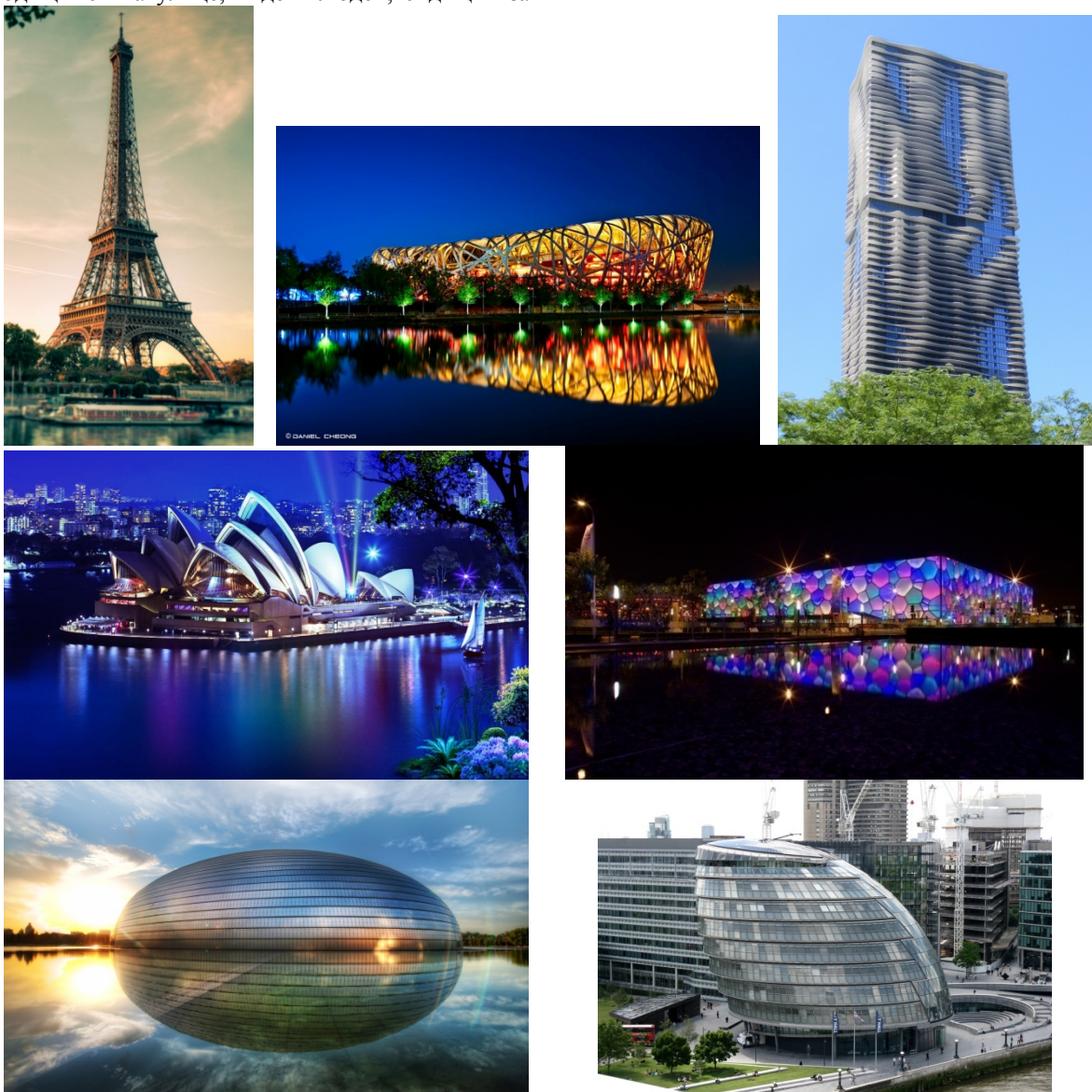


Рис.2. Бионический подход в современной архитектуре

Как вариант, можно построить кафе-кит на поверхности воды. В этом варианте большое кафе в форме кита, стены которого выполнены из темного стекла, построено на поверхности какого-то водоема, например, на пруду в парке имени А.Гагарина в городе Симферополь.

Еще один вариант кафе – это кафе, внешне напоминающее медузу. Стекланный купол кафе выглядит как ее голова; пол кафе, несколько приподнятый над уровнем земли, круглый в плане; щупальцы медузы выполняют функцию опоры.

### Выводы

В мировой практике бионическая архитектура становится все более и более востребованной. Ее основные преимущества: возможность применения эко-материалов, энергоэффективность, великолепная гармоничность с окружающей средой, т.к. основана на природных закономерностях живой природы, благодаря чему, такая архитектура отличается разнообразием форм.

### Список литературы

1. <http://papamaster.su/sovremennye-primery-bioniki-v-arxitekture/>
2. <http://prefablab.narod.ru/>
3. <http://cih.ru/k2/> Бионическая архитектура. Бионический Hi-tech
4. <http://stroika2012.ru/bionika-sovremennaya-arxitektura/>
5. [http://rem-video.ru/news/building/magiya\\_prirodnih\\_form\\_bionicheskaya\\_arhitektura](http://rem-video.ru/news/building/magiya_prirodnih_form_bionicheskaya_arhitektura)
6. [http://revolution.allbest.ru/construction/00237026\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/construction/00237026_0.html)

Максименко А.Е., Малаховская А.И.

### CONSTRUCTION ON THE SLOPES IN THE SEISMIC ZONE

**Summary:** This paper discusses the examples of the world of bionic architecture and their design features. Predictions are made concerning the role of this architecture, the use of bionic architecture in Crimea.

**Key words:** bionic architecture, nature, science, architecture of the Crimea

УДК 711.621

## СТРОИТЕЛЬСТВО НА СКЛОНЕ В СЕЙСМИЧЕСКИ ОПАСНОЙ ЗОНЕ

Максименко А.Е.<sup>\*</sup>, Бородина Д.С.<sup>\*\*</sup>

Академия Строительства и Архитектуры КФУ им.В.И.Вернадского,г.Симферополь, ул. Киевская 181

E-mail: <sup>\*</sup> maksimenko\_alexs@mail.ru, <sup>\*\*</sup> darja\_b.1997@mail.ru

**Аннотация:** В данной работе рассматриваются актуальные и возможные методы решения проблемы строительства в сейсмически опасной зоне. Делается обзор существующей ситуации, отражающей суть проблемы, предлагаются актуальные пути решения задачи, используя мировой опыт решения подобных проблем.

**Ключевые слова:** землетрясения, дом на склоне, коттедж в горах, архитектура загородного дома

## Введение

Крым относится к сейсмически опасным территориям. Катастрофические землетрясения в Крыму – довольно редкое, но неизбежное явление. К строительству зданий и сооружений в сейсмических районах предъявляются особые требования, изложенные в нормах и правилах строительства в сейсмических районах. Наиболее благоприятными в сейсмическом отношении грунтами являются невыветренные скальные и полускальные породы.

## Анализ публикаций, материалов, методов

Возведение дома на склоне горы является как проблемой и экспериментом для современных застройщиков и дизайнеров, так и подарком для его будущих жильцов. Проблема заключается в том, что сама по себе неровная местность добавляет проектированию и строительству сложности, в особенности, когда нужно учесть все правила защиты от падения дома впоследствии землетрясений.

Любой рельеф, вне зависимости от строения своей поверхности (холмы, низины, плато, горы, долины, впадины и выпуклости, овраги), определяется уклоном. Уклон, в свою очередь, являет собой разность между двумя точками, расположенными на разной высоте склона. Измеряется он в процентах. Для жилого дома, да и не только, желательно, чтобы склон был направлен к югу:

**не более 3%** — ровная местность. Отлично подходит под строительство типовых домов. Наличие некоторых склонов приветствуется, так как они в разы облегчают отвод канализации. Искусственные склоны создаются подсыпкой камней, гравия, цемента;

**3-8%** — малый уклон местности. Идеальный вариант для возведения домов без подвалов. Также такую неровность можно выгодно использовать для сооружения цокольного этажа, который врезается в склон;

**до 20%** — средний уклон. Столь серьезный уклон подразумевает создание индивидуального проекта. Позволяет возвести многоярусное жилище с отдельными входами в каждый из его блоков. Эта настоящая находка для дизайнеров открывает

множество возможностей для создания дома своей мечты. Проект затратный, но стоящий большого количества и времени, и денег;

**более 20%** — крутой уклон. В таком случае каждая из террас коттеджа, если такие имеются, должна укрепляться и фиксироваться подпорными стенками, которые возводятся из бруса, валунов, камней, плит, кирпича. Важно, чтобы вертикальные швы прилегающих стенок не совпадали. Так конструкция будет крепче и долговечнее.



Рис.1. Примеры ландшафта на склоне

На уклонной местности дом всегда будет подвержен воздействию атмосферных явлений. Именно поэтому важным этапом строительства является как природная защита коттеджа (деревья), так и искусственная — крыши, ограждения.

Специалисты рекомендуют строительство дома на самом возвышенном месте холма (горы и др.), которое будет освобождено от чрезмерной и разрушающей влаги — если защитить здание от ветра будет не сложно, то вода может стать весомым аргументом для смены места жительства или серьезной реконструкции здания.

Еще несколько причин, по которым возведение дома стоит совершать на наиболее сухой и возвышенной точке склона:

**Осадки.** Строительство жилища внизу косого опасно, так как именно в этом месте и скапливаются всевозможные осадки. Почва становится все более влажной, заболачивается и возведение фундамента дома делает почти нереальным.



Рис.2.

**Низкая температура.** Места ниже верхней части холма препятствуют движению ночного холодного воздуха, вследствие чего он скапливается в одном месте, образуя карман холода. Такое погодное явление может понизить температуру



Рис.3. Дом переменной этажности

#### Цель и постановка задачи исследований

Целью работы является изучение проблемы строительства частных зданий в сейсмически опасной зоне.

Задача: поиск решения проблемы нестандартным путем с применением архитектурных идей.

#### Основной раздел с результатами и их анализом

Дома на склонах гор имеют дополнительные опоры и ступеневидные спуски, ведущие вниз. Обычно используют бетонные колонны, они поддерживают часть строения, нависающую над склоном и широкие плиты из бетона или камней, которые позволяют сделать

воздуха на 9°C, что неприемлемо для жилого дома.

Строительство жилища на наиболее высокой точке позволяет избежать проблем связанных с водоотведением.

Вне зависимости от того, насколько велик уклон, и от того, что все дома, возводимые на склонах строятся по индивидуальному проекту, все они делятся на два типа:

**Ступенчатые.** Проект такого строения наглядно показывает интересную структуру здания — каждый из его этажей размещается подобно ступеням, соответствующим уклону рельефа. Такого рода строения подразделяются на:

- каскадно-секционные — те, которые возводятся на местности с уклоном 7-17%;
- террасные — те, которые строятся на участках с уклоном 25-30%.

- переменной этажности. Кровля в таких домах имеется лишь на одном уровне. Также имеется множество этажей в разных частях строения. Именно от перепада рельефа и зависит количество этажей. Возводятся дома с переменной этажностью на склонах с любым уклоном.



Рис.4. Пример ступенчатого коттеджа передвижение по территории с крутым склоном более комфортным.

Самыми модными и красивыми домами в горах давно признаны шале. Именно такие постройки возводили и возводят для себя жители альпийских гор. Шале - это комбинированное строение, первый этаж постройки выполняется из камня или кирпича, второй, из бруса или бревен. Подобная конструкция не зря пользуется популярностью, комбинация дерева и камня облегчает общий вес строения, что делает ее более безопасной в горной местности.

Для Крыма такая постройка зданий будет не только эстетически привлекать внимание и радовать своей неординарностью решения, но и так же отличным способом решения проблемы

строительства в сейсмически опасной зоне. Дома на склонах гор менее подвержены разрушению в следствии землетрясений.



Рис.5.

Крым нуждается в развитии и новых архитектурных решениях. Такие здания могут быть так же и экологичными, сделанными из натуральных материалов, не будут разрушать природу и более того сольются с ней воедино. Традиционными участниками интерьеров домов на склонах гор, можно смело назвать деревянную отделку, натуральный камень, открытые балочные перекрытия, и обязательный камин.

#### Выводы

Теплая атмосфера дома на фоне горных завоевывает с каждым годом все больше и больше

сердец, можно с уверенностью сказать, что с каждым годом, количество желающих провести отпуск в горах, а не на пляже, будет расти, и свой домик в горах будет не менее желанным, чем поездка в жаркие страны. А так же считаем, что такие коттеджи станут одним из решений проблемы постройки прочных домов, выдерживающих землетрясения, которые существуют в Крыму.

#### Список литературы

- 1 СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81\* (актуализированного СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011))
- 2 Общее сейсмическое районирование территории Крыма (ОСР-98). [Электронный ресурс] - Режим доступа: [https://scholar.google.com/scholar\\_host?q=info:nZL1pIfjEdUJ:scholar.google.com/&output=viewport&pg=3](https://scholar.google.com/scholar_host?q=info:nZL1pIfjEdUJ:scholar.google.com/&output=viewport&pg=3)
- 3 Планирование и постройка дома на склоне. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://buildercamp.ru/construction/planirovanie-i-postroyka-doma-na-sklone.html>
- 4 Нонка - Лучшие проекты загородных домов. Авторы: Ольга Гвоздева, Наталья Смазнова Издательство: ООО "Росса Ракенне СПб"
- 5 Дома на склонах гор. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://design-homes.ru/zagorodnye-doma/204-krasivye-doma-na-sklonakh-gor>

Maksimenko A.E., Borodina D.S.

## CONSTRUCTION ON THE SLOPES IN THE SEISMIC ZONE

**Summary:** This paper discusses the current and possible methods for solving problems of construction in seismically hazardous area as well as it provides a review of the current situation capturing the essence of the matter. It also presents some relevant ways to address the issue using the international experience in achieving similar objectives.

**Key words:** the earthquake, the house on the hillside , a cottage in the mountains , the architecture of a country house

## Раздел 2. Строительные науки

УДК 624.042.1

### К ВОПРОСУ РАСЧЕТА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НАДСТРОЕК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭТАЖЕЙ ЗДАНИЙ ИЗ ХОЛОДНОГНУТЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Белавский В.А. \*, Богуцкий Ю.Г. \*\*

Академия Строительства и Архитектуры КФУ им.В.И.Вернадского,г.Симферополь, ул. Киевская 181

E-mail: \* belavsky@mail.ru, \*\* bogutskiyy@mail.ru

**Аннотация:** Выполнена проверка несущей способности двухэтажной надстройки дополнительных этажей здания из холодногнутых стальных профилей при основном и особом сочетании нагрузок с учетом сейсмического воздействия.

**Ключевые слова:** холодногнутые стальные конструкции, напряженно-деформированное состояние, расчет несущей способности

#### Введение

В настоящее время СНиП П-23-81\* "Стальные конструкции" и его актуализированная редакция СП 16.13330.2011 не учитывают особенности проектирования и эксплуатации тонкостенных строительных металлоконструкций.

Применение ЛСТК в России сдерживается из-за отсутствия национальной и межгосударственной нормативно-методологической базы для их проектирования, строительства и эксплуатации. Без разработки специальных технических условий проведение экспертизы невозможно.

В условиях отсутствия основополагающих документов по проектированию, расчету и эксплуатации строительных конструкций с применением ЛСТК, в последние годы наблюдается рост числа аварий на объектах, возведенных по этой технологии, что не может не подрывать доверие потребителей к таким зданиям и сооружениям.

Таким образом, вопрос разработки и постоянного совершенствования нормативно-методологической базы проектирования ЛСТК является важнейшим шагом на пути развития этого рынка на территории Российской Федерации.

#### Краткое описание объекта исследования

С 2004 г. лабораторией холодноформованных профилей и конструкций «ЦНИИПСК им. Мельникова» были разработаны рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутых стальных оцинкованных профилей производства ООО «Балт-Профиль»

Конструктивная схема надстраиваемого здания – каркасно-каменное здание из каменной кладки пильного известняка ракушечника с железобетонными колоннами-сердечниками и монолитными железобетонными перекрытиями, образующими горизонтальные жесткие диски.

Здание запроектировано с частым шагом продольных стен, находящемся в диапазоне 3,2-3,3

м. Стены толщиной 40 см выполнены из каменной кладки пильного известняка ракушечника. Марка камня 15, марка раствора 50. Перекрытия толщиной 16 см выполнены из монолитного железобетона. Высота существующих этажей здания составляет 2,8 м.

Материалом конструкций надстраиваемых этажей планируется принять стальные холодногнутые профили из стали марки 255 по ТУ У В.2.6-27.3-33667707-001:2010 «Профили стальные листовые гнутые для строительства», разработанные ООО "Торгово-промышленная группа «Альбатрос», г. Днепропетровск [1].

Стальной каркас состоит из следующих конструктивных элементов: стойки, балки, рандбалки, вертикальные и горизонтальные связи в виде раскосов.

Для конструкций используется С и П образный профиль ПС-150/1.5, с шагом несущих конструкций 60 см.

Основными метизами для расчетных соединений профилей между собой в стальные конструкции являются самонарезающие винты Ø5,5x25 мм. Для крепления профилей к конструкциям из бетона используются разжимные анкерные болты М12x130 мм.

Антикоррозийная защита профилей выполнена цинкованием горячим способом с расходом цинка не менее 275 г/м<sup>2</sup>.

#### Постановка задачи

С помощью программного комплекса «Лира-Windows» предлагается выполнить моделирование напряженно-деформированного состояния несущей системы трехэтажного здания с надстройкой двух дополнительных этажей, находящегося в районе с сейсмичностью 8 баллов. Работу сердечников существующего здания, а также стоек и балок надстраиваемого этажа смоделировать стержневыми элементами, элементы стен и перекрытия пластинами.

Общий вид расчетной модели здания представлен на рис.1.

Расчетная модель загружена:

- равномерно-распределенными постоянными и полезными нагрузками. Значения постоянных нагрузок от конструкции полов облегченной конструкции по стальным балкам составили  $0.5 \text{ кН/м}^2$ . Характеристические значения временных нагрузок соответствуют нагрузкам для жилых помещений  $1.5 \text{ кН/м}^2$ . Полезные нагрузки разделялись на длительно действующую часть и кратковременную в соотношении 35 и 65% соответственно.

- сейсмические загрузки формировали из статических с автоматизированным распределением весов масс по всем узлам расчетной модели. При вычислении масс постоянные нагрузки учитывали с коэффициентом 0,9, временные длительные – с коэффициентом 0,8, кратковременные – 0,5. Помимо горизонтальных была учтена и вертикальная составляющая сейсмического воздействия.

Цели моделирования:

1) расчет пространственной модели здания на основное и особое сочетание нагрузок с учетом сейсмического воздействия;

2) проверка несущей способности конструкций, расстановка конструктивных элементов стального каркаса надстраиваемых этажей.

#### Основные результаты и их анализ

В результате расчета получены все компоненты напряженного и деформированного состояния конструктивных элементов здания при постоянной нагрузке, длительно действующей части временной нагрузки, кратковременной части временной нагрузки, сейсмического воздействия вдоль оси X, оси Y и Z.

По результатам расчета пространственной модели здания выполнены следующие проверки несущей способности основания, стен и простенков:

- определено давление под подошвой фундаментов при реконструкции;

- выполнена проверка прочности каменной кладки на сжатие;

- выполнена проверка прочности каменной кладки на срез;

- выполнена проверка прочности каменной кладки на действие главных растягивающих напряжений.

В результате расчета несущей системы здания на программном комплексе «Лири-Windows» получены компоненты напряженного состояния в конечных элементах. Для оценки прочности конструктивных элементов в соответствии с требованиями норм [6,7,8] были связаны расчетные зависимости норм с компонентами напряженного состояния в конечных элементах.

Теоретической основой для расчётов сечений стальных холодногнутых профилей является теория тонкостенных стержней Власова В.З. [1].

Кроме обычных характеристик поперечных сечений стержней, которые для прокатных

профилей приводятся в таблицах сортамента, для лёгких тонкостенных профилей необходимы дополнительные характеристики, учитывающие их тонкостенность, а именно: положение центра изгиба (кручения), секториальный момент, эюры секториальной площади и секториальные моменты сопротивления.

Расчет и проектирование стальных холодногнутых профилей выполняется согласно рекомендаций «ЦНИИПСК им. Мельникова» [9]. Согласно п.1.5. [9] стандарт не распространяется на проектирование зданий при сейсмичности площадки строительства больше 8 баллов.

Расчет сечений стержней стальных холодногнутых профилей выполнен с помощью программного комплекса «ЭСПРИ» (раздел Холодногнутые стальные профили).

Программным комплексом «ЭСПРИ» выполнены следующие проверки:

1. Прочность центрально растянутых или сжатых элементов.

2. Устойчивость центрально сжатых элементов.

3. Прочность элементов из одиночных профилей, изгибаемых в одной из главных плоскостей.

4. Устойчивость балок.

5. Предельная гибкость.

6. Прочность элементов, изгибаемых в двух главных плоскостях.

7. Проверка для стенок балок.

8. Прочность внецентренно-сжатых и сжато-изогнутых элементов.

9. Устойчивость внецентренно-сжатых и сжато-изогнутых элементов.

10. Устойчивость стенок изгибаемых элементов двутаврового сечения, укрепленного ребрами.

11. Устойчивость стенок изгибаемых элементов, не укрепленных ребрами.

В результате расчетного анализа установлено, что прочность конструкций существующего здания обеспечена с учетом сейсмического воздействия и надстройки дополнительных этажей.

Результаты проверок по прочности и устойчивости центрально растянутых или сжатых элементов стоек холодногнутых элементов показывают дефицит принятых сечений. Потеря прочности и устойчивости сечений происходит в ряде сечений стоек, расположенных по крайним осям проектируемой надстройки и в местах изменения этажности (рис.1). Для обеспечения условий прочности и устойчивости рекомендуется выполнить усиление или замену указанных сечений. В качестве усиления сечений холодногнутых стальных профилей рекомендуется использование комбинированного сечения, состоящего из деревянного бруса и холодногнутого стального профиля. Обеспечение требований СП 14.13330.2014 [7] по использованию рамных каркасов с жесткими рамными узлами можно

достичь надежным креплением холодногнутых стальных профилей между собой использованием точечной контактной сварки или клепочным соединением.

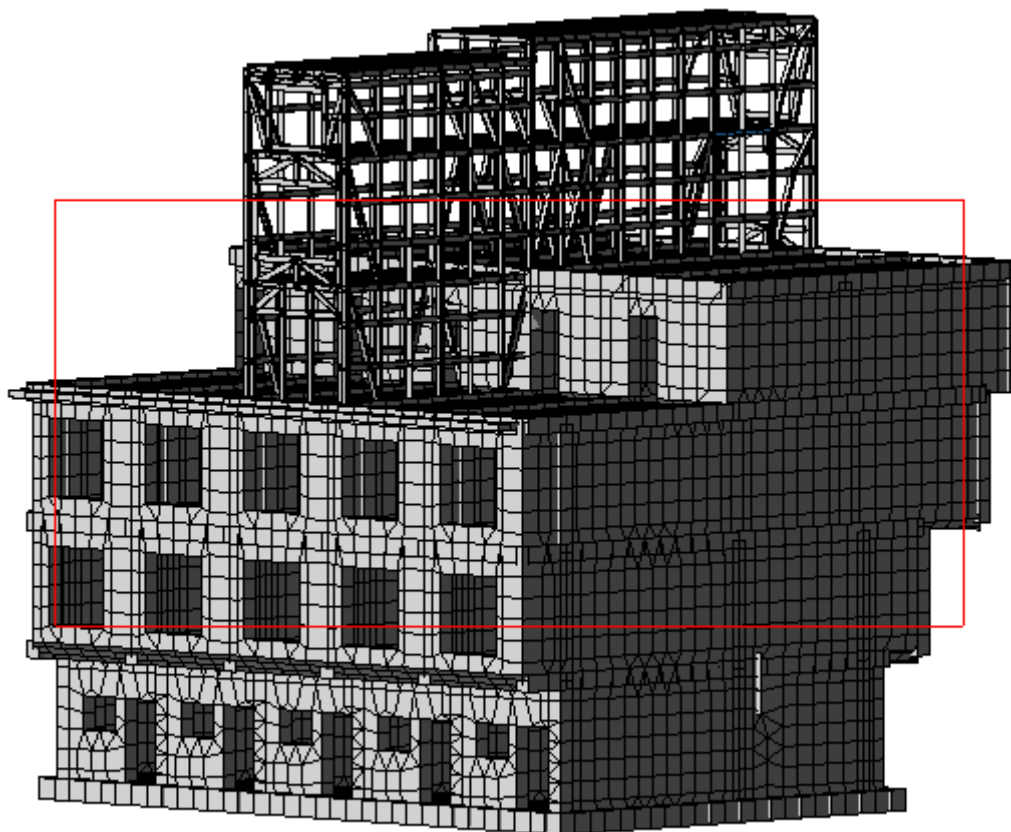


Рис.1. Общий вид расчетной модели здания

#### Выводы

1. С помощью программного комплекса «Лира-Windows» было выполнено моделирование напряженно-деформированного состояния несущей системы трехэтажного здания с надстройкой двух дополнительных этажей с конструкциями из стальных холодногнутых профилей, находящегося в районе с сейсмичностью 8 баллов.

2. Расчет сечений стержней стальных холодногнутых профилей выполнен с помощью программного комплекса «ЭСПРИ» (раздел Холодногнутые стальные профили).

3. Результаты проверок по прочности и устойчивости центрально растянутых или сжатых элементов стоек холодногнутых элементов показывают дефицит принятых сечений. Для обеспечения условий прочности и устойчивости рекомендуется выполнить усиление или замену указанных сечений. В качестве усиления сечений холодногнутых стальных профилей рекомендуется использование комбинированного сечения, состоящего из деревянного бруса и холодногнутого стального профиля.

4. Обеспечение требований СП 14.13330.2014 [7] по использованию рамных каркасов с жесткими рамными узлами можно достичь надежным креплением холодногнутых

стальных профилей между собой использованием точечной контактной сварки или клепочным соединением.

#### Список литературы

1. ТУ У В.2.6-27.3-33667707-001:2010 "Профили стальные листовые гнутые для строительства". ООО "Торгово-промышленная группа "Альбатрос", Днепропетровск. 2010г
2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная версия СНиП 2.01.07-85\*// ЦНИИПромзданий Департ. АСигП - Минрегион РФ. - М., 2011
3. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная версия СНиП 52-01-2003// ЦНИИПромзданий. Департ. АСигП - Минрегион РФ - М., 2012.
4. Программный комплекс «ЛИРА – 9.0». Инструкция пользователя. Киев. НИИАСС, 2001 г.
5. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Нормы проектирования/ Минрегион России - М., 2010.
6. СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции// ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко-М.: 2012.

7. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах// ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко - М.: 2014.
8. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная версия СНиП 2.02.01-83\*// Департ. АСигП. - Минрегион РФ. М., 2011
9. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутых стальных оцинкованных профилей производства ООО «Балт-Профиль» «ЦНИИПСК им. Мельникова». М. 2010г.

Belavskiy V.A., Bogutskiy U.G

## ON THE CALCULATION OF THE BEARING CAPACITY ADDITIONAL FLOORS OF BUILDINGS FROM COLD-FORMED STEEL PROFILES

**Summary:** Check the bearing capacity of a two additional floors building of cold-formed steel profiles with a special combination of loads considering the seismic effect.

**Keywords:** cold-formed steel structures, stress-strain state, calculation of bearing capacity

УДК 334.012.2:69

## МЕХАНИЗМ ОБОСНОВАНИЯ ВЕСОВОГО ВЛИЯНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО РЫНОЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ефремов А., Титаренко В.

Академия Строительства и Архитектуры КФУ им.В.И.Вернадского, г.Симферополь, ул. Киевская 181

**Аннотация.** На основании математического положения о рекуррентных соотношениях вида «следующий через предыдущие», разработан механизм оценки весового влияния локальных потенциалов, формирующих рыночный потенциал предприятия. Данный механизм позволяет более эффективно, чем существующие наработки выявлять скрытые резервы для обеспечения нормального функционирования предприятия.

**Ключевые слова:** рыночный потенциал предприятия; механизм оценки весового влияния; эффективность функционирования предприятия.

### Введение

Организация управления предприятием зависит от сложности его структуры, масштаба и вида его деятельности, наличия связей с другими экономическими агентами.

До перехода России к рынку в СССР функционировало достаточно мощное отраслевое управление, роль которого в настоящее время практически потеряло свою значимость и дезорганизовано. Это создало для предприятий отраслей множество трудноразрешимых проблем, связанных с заказами и сбытом продукции, приобретением сырья, материалов, комплектующих, с финансированием развития и реконструкции предприятий, обновлением оборудования, получением инвестиций, организацией необходимой кооперации и специализации.

В настоящее время в хозяйствовании формируется новый для него вид управления – корпоративный, для осуществления которого формируются новые организационные структуры: объединения финансовых и промышленных предприятий, промышленных и торговых предприятий, создание банками лизинговых фирм, венчурных компаний, совместное участие нескольких предприятий в создании акционерного капитала одного предприятия. Права участников таких объединений зависят от процента принадлежащих им акций. Однако этот вид управления в настоящее время еще недостаточно разработан, медленно внедряется в практику предприятий и нуждается в более детальном научном обосновании, хотя здесь уже четко прослеживается необходимость дифференциации общей схемы управления на три основных вида управленческой деятельности предприятий: производственное, организационное, управление эффективностью хозяйствования.

Важность выделения в отдельное направление управления эффективностью хозяйствования обусловлено и тем, что оно характеризует процесс хозяйствования с точки зрения достижения максимальной отдачи от вкладываемого капитала и труда при рациональном

использовании имеющихся ресурсов. А эффективность хозяйствования – это главное условие экономики, как инструментария, созданного человечеством для обеспечения себя жизненными благами.

При таком подходе к управлению резко возросло значение механизма оценки новой экономической категории – рыночного потенциала предприятия.

В свете изложенного выше, целью написания статьи является ознакомление специалистов, работающих в области управления рыночным потенциалом предприятия, с разработанным авторами механизмом оценки весового влияния локальных потенциалов в формировании интегрального рыночного потенциала предприятия.

### Анализ публикаций, материалов, методов

Развитием теоретических положений и разработкой методического аппарата оценки весового влияния локальных потенциалов различного уровня на величину интегрального рыночного потенциала в настоящее время занимаются следующие ученые: Бронникова Т.С. [1], работающая над проблемой системного подхода к формированию и развитию структуры инновационного потенциала предприятий; Денисов А.Ю. и Жданов С.А.[2], исследующие закономерности нормального функционирования предприятий; Должанский И.З., Загорная Т.О., Удаых О.О., Герасименко И.М., Рошупкина В.М. [3], работающие над проблемой управления рыночным потенциалом предприятия на основе использования различных инструментов хозяйствования; Попов Е.В. [4], изучающий проблемы оценки различных уровней рыночного потенциала предприятий.

### Цель и постановка задачи исследований

Этот хозяйственный инструментарий, как совокупность средств и возможностей предприятия в реализации рыночной деятельности, уменьшит некоторый дисбаланс между теоретическими наработками хозяйствования и практическим

применением разнообразных экономических приемов, моделей и алгоритмов оценки эффективности хозяйствования. Поэтому необходимость разработки механизма оценки рыночного потенциала и его составляющих обусловлена насущным требованием применения современных экономических подходов в деятельности предприятий. Оперативная численная оценка подобного потенциала позволит выявить скрытые резервы в развитии предприятия и, следовательно, увеличить отдачу вкладываемого капитала через возможность использования предприятием всех передовых наработок в области хозяйствования.

Математический аппарат формирования и оценки рыночного потенциала, в первую очередь, должен иметь три элемента раскрывающих: 1) функциональную зависимость локальных составляющих рыночного потенциала предприятия; 2) инструмент определения весового влияния каждого элемента на интегральную величину рыночного потенциала предприятия; 3) инструмент определения нормальной величины конкурентоспособности рыночного потенциала предприятия.

В данной статье будут рассмотрены два первых элемента – первый кратко, а второй более основательно с предложением экономико-математической модели.

#### Основной раздел с результатами и их анализом

Если исходить из того, что рыночный потенциал, характеризует возможность применения различных ресурсов, по-видимому, он, в первую очередь, должен являться интегральной характеристикой ресурсного обеспечения предприятия.

Кроме того, если ставится задача обоснования инструмента, определяющая весовое влияние каждого локального потенциала на интегральную величину рыночного потенциала, составляющие модели удобнее записывать в следующем порядке. На первое место должен быть поставлен локальный потенциал с наиболее высокой величиной весового влияния на формирование величины интегрального показателя, а остальные по мере убывания влияния на величину интегрального рыночного потенциала предприятия.

Указанное требование о размещении в модели локальных потенциалов удобно еще и потому, что в модели действует правило метода рекуррентных соотношений – «следующий через предыдущих». Обоснуем выводы о рангах весовых категорий по порядку их значимости.

На первое место по значимости должен быть вынесен методический (инструментальный) рыночный потенциал, потому что он практически отражает возможность эффективного управления хозяйством. Обозначим его  $\alpha_4$ .

На второе место по значимости, видимо, надо поставить потенциал рыночных

информационных ресурсов ( $\alpha_3$ ), потому что в рыночных условиях наравне с производством во главу угла хозяйствования ставится реализация произведенной продукции. Именно за реализованную продукцию производитель получает прибыль. Поэтому при решении производить тот или иной продукт требуется определить соответствующие приемы и методы, которые могут обеспечить наиболее прибыльную реализацию данного продукта. То есть, прежде чем создать свой продукт, любой производитель должен изучить и свои возможности, и потребности рынка в данном товаре, то есть выбрать свой целевой рынок, где будет реализован товар. В маркетинге этот раздел деятельности получил название сегментации рынка.

Когда реализация товаров становится для предприятия все более затруднительной и требует специальных усилий, тогда возникает понимание маркетинга как рыночной концепции управления фирмой.

На третье место, видимо, надо поставить потенциал трудовых ресурсов ( $\alpha_2$ ), как производителей всех благ для общества. И на последнее место надо поставить потенциал материальных ресурсов ( $\alpha_1$ ), как пассивную составляющую рыночного потенциала предприятия.

При таком подходе к отражению зависимости интегрального показателя рыночного потенциала предприятия ( $P_{инт}$ ) от локальных потенциалов. Математическая формула будет выглядеть следующим образом.

$$P_{инт} = f_o(P_4, P_3, P_2, P_1) \quad (1)$$

где  $P_4$  – методический потенциал отражает искусство внутреннего управления предприятием, т.е. он является функцией аналитической, производственно-хозяйственной и коммуникативной деятельности;  $P_3$  – потенциал рыночных информаций обеспечивается прикладными программами и базой данных о внешней среде;  $P_2$  – потенциал трудовых ресурсов, есть функция от уровня их оплаты, рациональность организационной структуры управления;  $P_1$  – ресурсный потенциал предприятия, обеспечивается вещественными, энергетическими и финансовыми ресурсами.

Функциональное соотношение (1) есть укрупненная интегральная модель рыночного потенциала предприятия, в которой различные составляющие представлены локальными видами потенциалов.

В рамках изложенного выше подхода к зависимости влияния указанных в модели (1) локальных потенциалов предлагаем следующее выражение по распределению весовых коэффициентов локальных потенциалов в рамках рыночного интегрального потенциала предприятия. Заложены весовые коэффициенты в следующей последовательности

$$P_4 + P_3 + P_2 + P_1 = 1 \quad (2)$$

а также используем дополнительные условия, предполагая, что

$$\frac{P_4}{P_3} = \frac{P_3}{P_2} = \frac{P_2}{P_1} = \alpha$$

$$\frac{P_1}{P_1} = 1 \quad (3)$$

отсюда, принимая ( $\alpha$ ) за шаг интеграции записываем выражение (3) в следующей форме

$$\frac{P_4}{P_3} = 3\alpha; \quad \frac{P_3}{P_2} = 2\alpha; \quad \frac{P_2}{P_1} = \alpha;$$

$$\frac{P_1}{P_1} = 1 \quad (4)$$

В выражении (4)  $\alpha > 1$ , поскольку влияние локального потенциала  $P_1$  на интегральный потенциал предприятия минимально.

Исходя из выражения (4), запишем выражение определения весового влияния локальных потенциалов на величину интегрального потенциала предприятия ( $P_{ин}$ )

$$P_{ин} = 3\alpha + 2\alpha + \alpha + 1 \quad (5)$$

Из выражения (5) за счет деления каждого члена на его сумму, находим, что

$$P_4 = \frac{3\alpha}{1+6\alpha} = 0,474 \quad (47,4\%)$$

$$P_3 = \frac{2\alpha}{1+6\alpha} = 0,316 \quad (31,6\%)$$

$$P_2 = \frac{\alpha}{1+6\alpha} = 0,158 \quad (15,8\%)$$

$$P_1 = \frac{1}{1+6\alpha} = 0,053 \quad (5,2\%)$$

Что в сумме соответствует единице. Основным недостатком предложенного механизма обоснования весовых составляющих величины интегрального показателя рыночного потенциала предприятия, является то, что от перестановки слагаемых в модели (1-5) результативные показатели составляющих рыночного потенциала изменяются.

Однако этот недостаток легко устраним, если расстановку в модели (1-5) составляющих по их важности в интегральном показателе, будут осуществлять эксперты на базе данных ретроспективного анализа.

И далее следует отметить, что предложенный механизм определения весового влияния любого локального потенциала в укрупненной модели. На величину интегрального рыночного потенциала приемлем для решения данной задачи любого уровня иерархии.

Например, методический потенциал – искусство внутреннего управления ( $P_4$ ) есть функция от аналитического, производного и коммуникативного потенциалов. В выражение поиска результата, они должны включаться по рангу, то есть по их весовому влиянию на величину ( $P_4$ ), т.е. в следующем порядке

$$P_4 = f(P_3^{(1)}, P_2^{(1)}, P_1^{(1)}), \quad (6)$$

где  $P_3^{(1)}$  – искусство управления производством, как наиболее важная составляющая в весовом влиянии на величину  $P_4$ ;  $P_2^{(1)}$  – коммуникативный потенциал – искусство организации обеспечения производства материальными, трудовыми, финансовыми, энергетическими и другими ресурсами является вторым элементом по влиянию на величину  $P_4$ ;  $P_1^{(1)}$  – аналитический потенциал в весовом влиянии на величину  $P_4$  оказывает наименьшее влияние, т.к. непосредственные результаты этого процесса, уже используется в элементе  $P_3^{(1)}$ .

Запишем весовые коэффициенты в следующей последовательности

$$P_3^{(1)} + P_2^{(1)} + P_1^{(1)} = 1 \quad (7)$$

Кроме того, используем дополнительные условия, предполагая, что

$$\frac{P_3^{(1)}}{P_2^{(1)}} = \frac{P_2^{(1)}}{P_1^{(1)}} = \alpha, \quad \frac{P_1^{(1)}}{P_1^{(1)}} = 1 \quad (6)$$

где  $\alpha > 1$ , поскольку  $2\alpha > \alpha > 1$ . Принимая шаг интеграции равным единице, запишем формулу (7) в следующем виде

$$P_4 = 2\alpha + \alpha + 1, \quad (8)$$

Из выражения (8) находим, что весовые коэффициенты локальных потенциалов имеют следующие значения  $P_3^{(1)} = \frac{2\alpha}{1+3\alpha} = \frac{4}{7} = 57,1\%$  – искусство управления производством;  $P_2^{(1)} = \frac{\alpha}{1+3\alpha} = \frac{2}{7} = 28,6\%$  – коммуникативность при обеспечении материальными, энергетическими и финансовыми средствами производства

$$P_1^{(1)} = \frac{1}{1+3\alpha} = \frac{1}{7} = 14,3\% \text{ - диагностика.}$$

### Выводы

Рыночный потенциал предприятия является одной из важнейших характеристик его конкурентоспособности на рынке сбыта продукции. Экономической наукой обстоятельно разработаны вопросы функциональной зависимости интегрального показателя от различных локальных потенциалов. Однако степень практического использования этих разработок остается низкой, не позволяя оперативно выявлять потенциальные возможности конкурентоспособности товарной продукции. Одной из важных причин такого положения является отсутствие строгого математического аппарата весового влияния локальных потенциалов при оценке интегрального показателя рыночного потенциала предприятия. Весовое влияние до сих пор определяется экспертным путем.

Авторы статьи попытались устранить этот пробел и на базе математического положения о рекуррентных соотношениях разработали механизм обоснования весового влияния локальных потенциалов различного уровня иерархии при оценке интегрального рыночного потенциала предприятия.

Применение разработанного механизма при оценке рыночного потенциала позволили более эффективно находить не использованные резервы хозяйствования и направлять ресурсы в направлении достижения максимального экономического эффекта хозяйствования.

#### Список литературы

1. Бронникова, Т.С. Системный подход в формировании структуры интегрального потенциала / Т.С. Бронникова // Вопросы региональной экономики - 2011. - №9.- С.6-20.

2. Денисов, А.Ю. Экономические управления предприятием и корпораций / А.Ю. Денисов, С.А. Жданов – М.: Дело и сервис, 2002. – 416с.

3. Управління потенціалом підприємства: навч. посібник. / І.З. Должанський, Т.О. Загорна, Удалих О.О., Герасименко І.М., Рашупкіна В.М. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 362с.

4. Попов, Е.В. Рыночный потенциал предприятия / Е.В. Попов – М.: Экономика, 2002. – 559с.

Aleksej Efremov, Victor Titarenko

### MECHANISM OF GROUND OF GRAVIMETRIC INFLUENCE OF LOCAL POTENTIALS OF DIFFERENT LEVEL AT ESTIMATION OF INTEGRAL MARKET POTENTIAL OF BUILDING ENTERPRISE

**Summary.** On the basis of mathematical position about recurrent correlations of kind "following through previous", theme mechanism of estimation gravimetric influence of local potentials forming market potential of enterprise is worked out. This mechanism allows more effectively, than existent works to expose the hidden back logs for providing of the normal functioning the enterprise.

**Keywords:** market potential of enterprise; mechanism of estimation of gravimetric influence; efficiency of functioning of enterprise.

УДК 69.04

## ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО КОЭФФИЦИЕНТА КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ НА ПРОЧНОСТЬ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Меннанов Э.М. \*, Бугаевский Д.А. \*\*

Академия Строительства и Архитектуры КФУ им.В.И.Вернадского, г.Симферополь, ул. Киевская 181

E-mail: \* mennanov.elmar@mail.ru, \*\* dan-bug@mail.ru.

**Аннотация:** Рассмотрены соединения арматуры встык и с помощью парных накладок. Изучены отдельные случаи явления концентрации напряжений в соединении, а так же распределение напряжений при различных дефектах на примере математической модели.

**Ключевые слова:** соединение арматуры, концентрация напряжений, дефект, модель.

### Введение

В строительной практике широко применяются сварные соединения, так как они являются неразъёмными, обеспечивающими равнопрочность стыка. Так как значительная часть территорий Российской Федерации расположены в сейсмических районах, такой тип соединения должен обеспечивать наибольшую надёжность. Необходимо избегать перерасхода материала, обеспечить требуемый уровень надёжности готовой конструкции, работу при динамическом нагружении, минимализацию усилий в соединении. Для этого необходимо исследовать особенности работы данных соединений теоретически и методом эксперимента.

### Цель и постановка задачи исследований

В работе рассматривается проблема исследований работы соединений арматуры, включающих различные концентраторы напряжений, а так же различные варианты геометрии стыка на примере соединения с парными накладками и соединения встык. Выделены следующие цели и задачи:

- Теоретически изучить картину распределения усилий в элементах стыков при продольном нагружении.

- По результатам теоретических исследований оценить возможность изменения геометрических характеристик стыка и технологического зазора.

- Провести математический эксперимент при помощи ПК «ЛИРА-САПР» полученного напряжённо-деформированного состояния элементов сварного стыка.

- Провести физические экспериментальные исследования сварных стыков с различными величинами технологических зазоров и геометрических характеристик.

- Выполнить анализ результатов, полученных теоретическим и экспериментальным путём.

### Анализ публикаций, материалов, методов

Сварные соединения встык и с парными накладками широко применяют в строительной практике. Этот способ позволяет соединить

арматурные стержни любого диаметра. В математической модели возможно представить данные соединения как плоское поле, ослабленное прямоугольным отверстием. Исследовали подобную задачу и явление концентрации напряжений такие учёные как Навроцкий Д.И., Нейбер Г., Савин Г.Н., Мухелишвили Н.И., Тимошенко С.П.

В своих работах Навроцкий Д.И. [2] установил коэффициент для оценки степени чувствительности материала к концентрации напряжений. Этот коэффициент выражается отношением действительного повышения напряжения у надреза к теоретическому повышению в том же месте:

$$q_{\sigma} = \frac{\sigma_m - \sigma_{cp}}{\sigma_{max} - \sigma_{cp}}$$

Нейбер Г. [3] смог учесть осреднение напряжений, происходящее у концентраторов и предложил формулу, устанавливающую связь между коэффициентами концентрации:

$$K_{\sigma\phi} = 1 + \frac{K_{\sigma} - 1}{1 + \frac{\pi}{\pi - \omega} \sqrt{\frac{\rho}{r}}}$$

Савин Г.Г установил [4], что напряжения в плоском поле, ослабленном каким-либо отверстием могут быть определены при помощи двух функций комплексной переменной  $\varphi(\zeta)$  и  $\psi(\zeta)$  (функций напряжения). Решение поставленной задачи сводится к нахождению этих функций из уравнений:

$$\begin{aligned} \varphi_0(\zeta) + \frac{1}{2\pi i} \int_r \frac{\omega(\sigma) \bar{\varphi}'_0(\bar{\sigma})}{\omega'(\sigma) \sigma - \zeta} d\sigma + a'_0 &= \\ &= \frac{1}{2\pi i} \int_r \frac{f_0^1 + i f_2^0}{\sigma - \zeta} d\sigma \end{aligned}$$

$$\psi_0(\zeta) + \frac{1}{2\pi i} \int_r \frac{\bar{\omega}(\bar{\sigma}) \varphi'_0(\sigma)}{\omega'(\sigma) \sigma - \zeta} d\sigma = \frac{1}{2\pi i} \int_r \frac{f_0^1 + i f_2^0}{\sigma - \zeta} d\sigma$$

и из уравнений:

$$\varphi(\zeta) = \frac{X + iY}{2\pi(1+x)} \ln \zeta + \frac{BA}{\zeta} + \varphi_0(\zeta)$$

$$\psi(\zeta) = -\frac{x(X - iY)}{2\pi(1+x)} \ln \zeta + (B^1 + iC^1) \frac{A}{\zeta} + \psi_0(\zeta)$$

Если принять контур отверстий свободным от внешних напряжений (т.е.  $X=Y=0$ ), тогда уравнения примут вид:

$$\varphi(\zeta) = A \frac{P(1+\lambda)}{4} \frac{1}{\zeta} + \varphi_0(\zeta)$$

$$\psi(\zeta) = -A \frac{P(1+\lambda)e^{-2i\alpha}}{2} \frac{1}{\zeta} + \psi_0(\zeta)$$

После ряда преобразований можно найти значения функций  $\varphi_0(\zeta)$  и  $\psi_0(\zeta)$  и, подставив их в уравнения, найти окончательные выражения функций  $\varphi(\zeta)$  и  $\psi(\zeta)$ .

В работах Мухшешвили Н.И. [5] интересующая нас область S, состоящая из внешности многоугольника, контур которого является замкнутой ломаная отображается на внутренность или внешность единичного круга есть интеграл Кристоффеля-Шварца:

$$z = \omega(\zeta) = C_1 \int_1^{\zeta} (t - \alpha_1)^{\alpha_1 - 1} (t - \alpha_2)^{\alpha_2 - 1} \dots \cdot (t - \alpha_n)^{\alpha_n - 1} \frac{dt}{t^2} + C_2$$

Преобразовываем подынтегральную функцию и раскладываем её в ряд, проинтегрировав который, можно получить равномерно сходящийся в области S ряд:

$$\omega(\zeta) = C_1 \left\{ \zeta - |(\alpha_1 - 1)\alpha_1 + (\alpha_2 - 1)\alpha_2 + \dots + (\alpha_n - 1)\alpha_n| \ln \zeta + \frac{c_1}{\zeta} + \frac{c_2}{\zeta^2} + \frac{c_3}{\zeta^3} + \frac{c_4}{\zeta^4} + \dots \right\}$$

Тимошенко С.П. решил задачу [6] для прямоугольного отверстия с различным соотношением сторон:

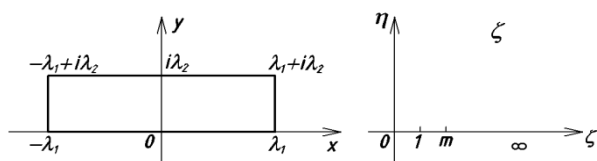


Рис. 1. Расчётная модель плоского поля с прямоугольным отверстием.

При соотношении  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cong 3,26$  отображающая функция будет иметь вид:

$$\omega(\zeta) = A \left[ \zeta + \frac{1}{2} \zeta^{-1} - \frac{1}{8} \zeta^{-3} - \frac{3}{80} \zeta^{-5} - \frac{3}{896} \zeta^{-7} + \dots \right]$$

При соотношении  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cong 5$  отображающая функция будет иметь вид:

$$\omega(\zeta) = A \left[ \zeta + 0,6428 \zeta^{-1} - 0,0978 \zeta^{-3} - 0,0378 \zeta^{-5} - 0,01117 \zeta^{-7} - 0,0005 \zeta^{-9} + 0,0039 \zeta^{-11} + \dots \right]$$

При соотношении  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cong 11$  отображающая

функция будет иметь вид:

$$\omega(\zeta) = A \left[ \zeta + 0,809 \zeta^{-1} - 0,0576 \zeta^{-3} - 0,0277 \zeta^{-5} - 0,0126 \zeta^{-7} \dots \right]$$

При соотношении  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cong 18$  отображающая

функция будет иметь вид:

$$\omega(\zeta) = A \left[ \zeta + \frac{\sqrt{3}}{2} \zeta^{-1} - \frac{1}{24} \zeta^{-3} - \frac{\sqrt{3}}{80} \zeta^{-5} - \frac{11}{896} \zeta^{-7} - \frac{9\sqrt{3}}{2304} \zeta^{-9} - \dots \right]$$

Некоторые положения норм являются конструктивными и прописаны без учёта подобных явлений, что может сказаться на работе конструкции при сейсмических воздействиях крайне негативным образом. Поэтому необходимо изучить влияние различных факторов на работу и конечную прочность рассматриваемых соединений.

### Основной раздел

При изготовлении сварных стыков арматуры с парными накладками предусматривают зазор между основными стержнями арматуры, который служит деконцентратором напряжений в этой зоне, снижая напряжения от приварки фланговыми швами стыкуемых накладок.

Для исследования и анализа работы стыка арматурных стержней мы должны представить реальное соединение в виде математической модели. Для этого мы условно вырежем из соединения пластину металла в центре, толщиной 1 мм (рис. 2), и будем исследовать её. Полученные элементы (рис. 3, рис. 4) впоследствии можно будет подвергнуть нагружению в программном комплексе «ЛИРА-САПР».

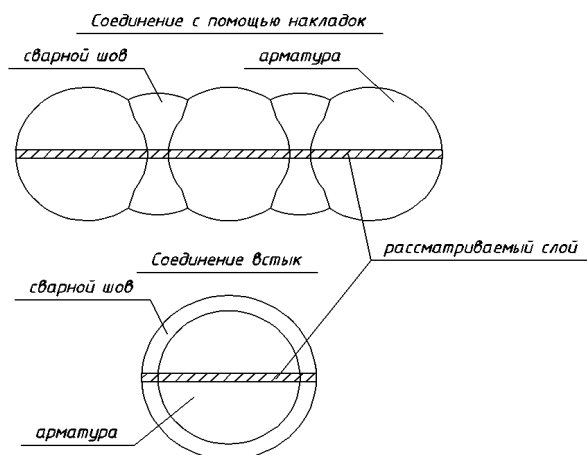


Рис. 2. Рассматриваемый участок соединений

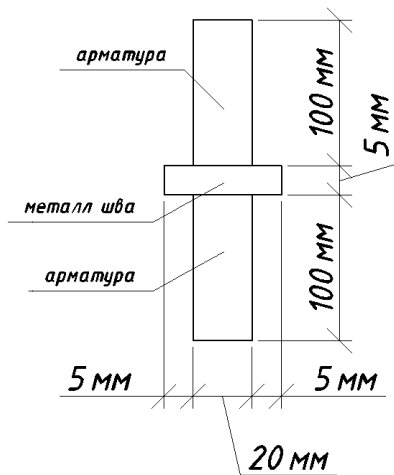


Рис. 3. Модель соединения встык

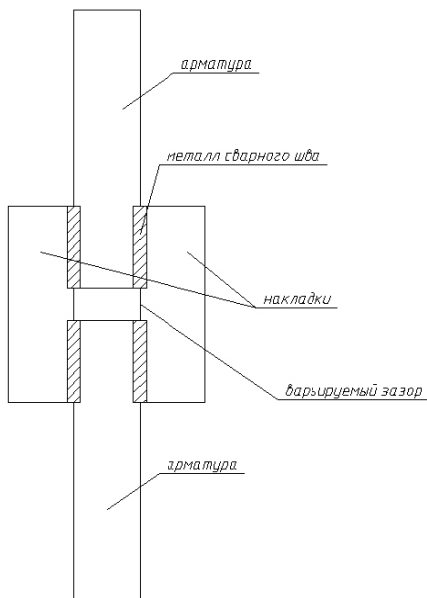


Рис. 4. Модель соединения с помощью накладок

Приведённые выше размеры моделей приняты для удобства создания реальных моделей и проведения испытаний для сравнения эмпирических и теоретических результатов исследований.

В сварных соединениях могут присутствовать различные шлаковые включения, непровары, полости. Данные дефекты моделируются в стыке и анализируются их взаимное влияние друг на друга и на напряжённо-деформированное состояние рассматриваемых соединений. Для проверки гипотезы принята модель соединения встык.

При линейном моделировании удалось с помощью разгружающих отверстий добиться понижения напряжений до 10% по сравнению с первоначальными усилиями.

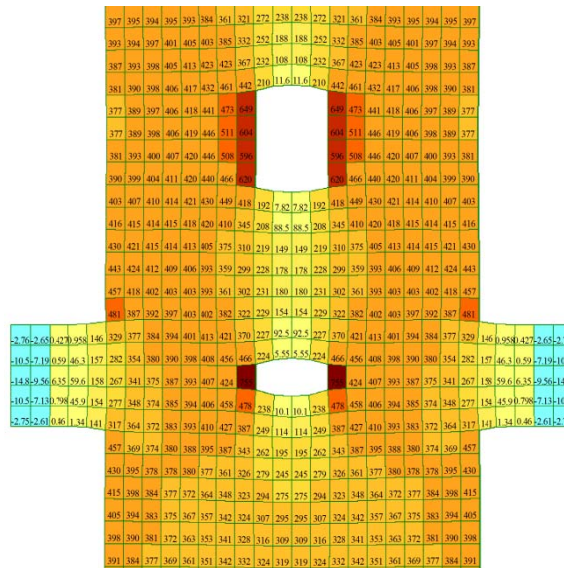


Рис. 5. Модель трещины с деконцентратором в стыковом соединении.

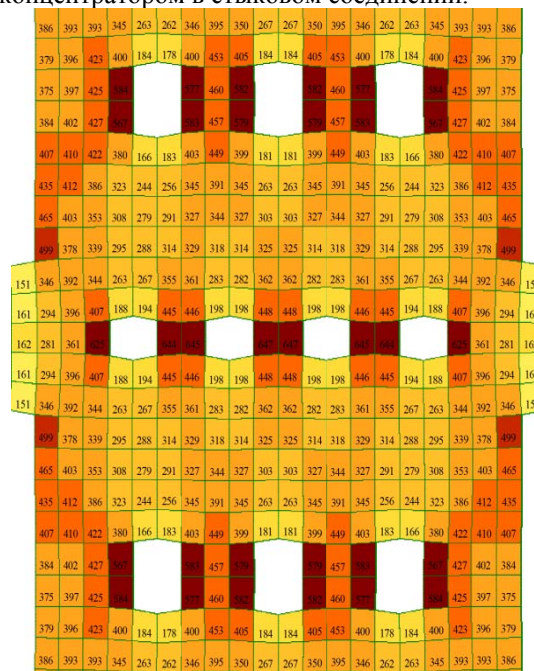


Рис. 6. Модель шлаковых включений с деконцентраторами в стыковом соединении.

Планируется смоделировать соединение с помощью накладок линейным и нелинейным методом с добавлением различных деконцентрирующих отверстий и изменением геометрии для получения точных окончательных результатов и установления зависимостей.

### Выводы

На основании проведенного обзора исследований работы материала с концентраторами напряжений, построенных моделей в современных программных расчетных комплексах можно сделать следующие выводы:

- теория упругости даёт возможность определить напряжения в заданной точке соединения;

- отсутствует обоснование указанного в нормах зазора между стержнями в соединении с накладками;

- отсутствуют алгоритмы расчёта прочности соединения с деконцентрирующими отверстиями и сама возможность их применения не освещена.

- принимаемые по нормам характеристики соединений могут обеспечивать недостаточную прочность при сейсмических воздействиях, что является недопустимым в сейсмоопасных районах с высокой балльностью.

- Необходимо разработать геометрические характеристики стыка, отвечающие заданным требованиям и подтверждённые теоретическим расчётам и эмпирическим исследованием, а так же рекомендации по возможности и технологии применения разгружающих отверстий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить такие задачи:

- определение типа и количества концентраторов напряжения в сварном шве (непроваров, газовых и шлаковых включений);

- расчёт в ПК «ЛИРА-САПР»;

- анализ результатов автоматизированного расчёта моделей;

- выбор варианта увеличения прочности полученного соединения или использования деконцентраторов напряжения;

- обоснование нового конструктивного решения соединения с учётом полученных данных;

- определение зависимости напряжения в стыке от геометрии соединения;

- определение рационального конструктивного решения узла.

#### Список литературы

1. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры. ГОСТ 14098-91. Стандартиформ. – 15 с.

2. Навроцкий Д.И. Расчёт сварных соединений с учётом концентрации напряжений. – Проектирование сварных конструкций / Навроцкий Д.И. – Киев, ИЭС АН УССР, Изд. «Наукова думка», 1965. – 137 с.

3. Нейбер Г. Концентрация напряжений / Нейбер Г. – М. Л.: Гостехиздат, 1947. – 204 с.

4. Савин Г.Н. Механика деформируемых тел./Савин Г.Н. – К.: «Наукова думка», 1979 – 12 с.

5. Мусхешвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости/ Мусхешвили Н.И. – М.: «Наука», 1966. –101 с.

6. Тимошенко С.П. Теория упругости / Тимошенко С.П. – М.: ТТИ. – 1934. – 95с.

Mennanov E.M., Bugaevsky D.A.

### THE INFLUENCE OF THE EFFECTIVE COEFFICIENT OF STRESS CONCENTRATION ON STRENGTH OF WELDED STRUCTURES

**Abstract:** connection of fittings and butt using pairwise overlap. Studied the individual cases of the phenomenon of stress concentration in the connection, and stress distribution for various defects on the example of mathematical model.

**Keywords:** connection, reinforcement, stress concentration, a defect model.

УДК 699.841

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ СЕЙСМОСТОЙКИХ СООРУЖЕНИЙ

Романенко Т.Н.<sup>\*</sup>, Керимов А.Д., Древетняк О.И.<sup>\*\*</sup>

Академия строительства и архитектуры, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, ул. Киевская 181

E-mail: tatjana.51@mail.ru<sup>\*</sup>, drevetnyak.o@gmail.com<sup>\*\*</sup>

**Аннотация.** Работа посвящена анализу современных методов возведения фундаментов сейсмостойких сооружений, исследованию стойкости разных фундаментов к воздействию сейсмических нагрузок, сравнению различных конструкций сейсмостойких фундаментов. В работе показана актуальность дальнейшего совершенствования конструкций сейсмостойких фундаментов. Учитывая опыт решения данной проблемы, предложены варианты технологии и организации работ по возведению подобных объектов.

**Ключевые слова:** сейсмостойкие фундаменты, технология работ, возведение сейсмостойких объектов.

### Введение

Проблема сейсмической активности продолжает беспокоить жителей различных районов как нашей страны, так и всего мира. Самая важная задача во время землетрясения – спасение человеческих жизней. Однако есть еще и проблема разборки разрушенных зданий и сооружений.

Грег Дайерлейн и его коллеги разработали специальные рамы из стали, которые можно укреплять на стенах как на старых зданиях, так и на тех, которые только возводятся. Этот прочный каркас соединяет все этажи с фундаментом – однако не очень прочно, а таким образом, чтобы во время землетрясения стены могли отклоняться в разные стороны, вверх или вниз. Стальная рама (Рис. 1) предусмотрительно увита сетью тросов, которые возвращают стены в прежнее положение, а система металлических предохранителей оберегает металлический «скелет» здания от разъединения

Фактически дом перестаёт сопротивляться силе стихии, и движется в такт с подземными колебаниями. Энергия землетрясения гасится, а проблемы возникают только у предохранителей – поскольку металл деформируется, эти детали должны быть заменены на новые после каждой «дрожи земли». В остальном, сделав косметический ремонт, здания можно снова эксплуатировать, как и прежде.

Более подробно разберем системы сейсмостойких фундаментов. Такие системы способны работать как с лёгкими одноэтажными строениями, так и с многоэтажными. Подобная «гибкая» и надёжная система может быть спроектирована фактически для всех сооружений, через ряд норм и правил установленных эмпирическим путем. Если рассмотреть жилой дом, как сооружение с сейсмостойким фундаментом, то строение к которому применяется данная система сейсмоизоляции может быть деревянным, каменным, с железобетонным и металлическим каркасом.

Подобная система может быть применена для частных домов, для офисных многоэтажных

строений с каркасом различного типа. По заявлениям компании, создавшей сейсмостойкие фундаменты, планируется применять подобную технологию и к небоскрегам.

Сейсмическим воздействиям подвергаются здания и сооружения, находящиеся на поверхности земли. А над поверхностью земли вполне безопасно. Эта концепция и легла в основу разработок конструкторской компании «AirDanshinSystemInc». Обычный с виду домик устанавливают на бетонном сейсмостойком фундаменте, а вокруг строения размещают систему механизмов: специальный датчик фиксирует подземные толчки и направляет сигнал компрессору, чтобы тот начал нагнетать под здание достаточно большой объем воздуха. Чтобы дом сохранял устойчивость во время левитации, количество воздуха регулируется при помощи специального клапана. В результате постройка плавно поднимается над фундаментом на три сантиметра и переживает в таком состоянии катаклизм, после чего возвращается в целостности и сохранности на своё место. Компания разработчиков надеется на более широкое внедрение своей технологии. В частности, они находят возможной установку подобных систем для более крупных строений – хотя просто ли будет поднять их одним только воздушным потоком? Так или иначе, созданная «AirDanshinSystemsInc» технология не только эффективно справляется со своей задачей, но и является более дешевой по сравнению с остальными известными сегодня методами защиты домов от землетрясений.

### Анализ публикаций

Ученые из Стэнфорда решили пойти другим путём, чтобы уберечь здания. Тяжёлые многоэтажные конструкции трудно заставить летать, но вот «танцевать» они могут, по-прежнему стоя на содрогавшейся земле.

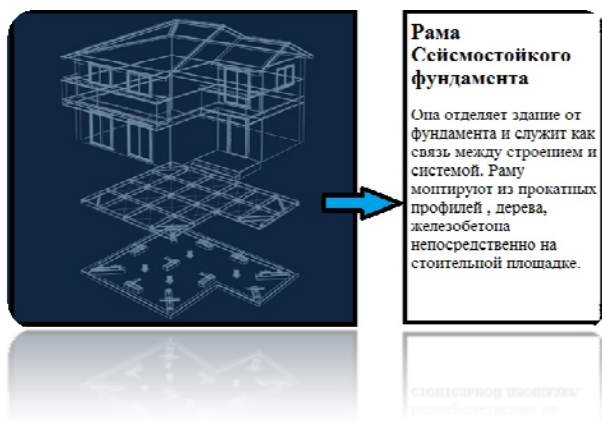


Рис. 1. Рама сейсмостойкого фундамента

Если говорить о практических шагах использования сейсмостойких фундаментов в сторону высотных сооружений, то было разработано экспериментальное деревянное девятиэтажное здание, над которым проводятся эксперименты с применением сейсмостойких систем.

На рисунке 2 изображена схема работы сейсмостойких систем. Когда начинается землетрясение, специальные датчики улавливают первые толчки и определяют их силу. Из датчика землетрясения в компрессор поступают импульсы, которые активируют его. Воздух нагнетается в воздушные подушки для поднятия здания. Когда конструкция набирает нужную высоту, срабатывает датчик давления, а спускной клапан выравнивает давление во всех подушках. Так как первые толчки бывают самые разрушающие, то можно оставлять здание в «подвешенном» состоянии постоянно.



Рис. 2. Схема работы сейсмостойких систем

#### Цель и задачи исследования

Цель – разработка метода возведения сейсмостойкого фундамента.

**Задачи исследования:**

- 1) Анализ существующих методов возведения сейсмостойких зданий;
- 2) Разработка нового метода сооружения сейсмостойких зданий;

#### Методика исследования

- 1) Литературный обзор и анализ существующих методов возведения сейсмостойких зданий;
- 2) Разработка новой технологии возведения фундаментов сейсмостойких зданий.

#### Результаты и их анализ

Проанализировав существующие технологии возведения сейсмостойких фундаментов, можно сделать вывод, что для правильной и надежной работы сейсмостойкой системы необходим качественный фундамент здания. Качество бетонирования фундамента зависит от проведенных ранее подготовительных работ (разметки фундамента, земляных работ, укладки песчаной подушки, установки опалубки, армирования будущего фундамента, устройства вентиляционных и коммуникационных отводов).

Учитывая точность монтажа сейсмостойкого фундамента, качественно выполненные работы – основное условие для дальнейших шагов. Так же важно учитывать качество бетонной смеси для фундамента. Как правило, бетонная смесь для заливки фундамента деревянного дома производится на основе цемента марки М300 - М400. Это достаточно высококачественный строительный материал. Но для заливки из него надо подготовить специальную бетонную смесь. Дело в том, что чем выше марка цемента, тем более гигроскопичным он является. Любое изменение влажности и воздуха может привести к тому, что бетонная смесь может быть испорчена. Поэтому предпочтительнее для подобных работ брать цемент меньшей марки, с учетом свойств бетонной смеси, т.е. вести расчет с учетом повышения марки бетона через определенный промежуток времени. Значительную роль в данном процессе играют земляные работы. Они включают в себя:

- разработку грунта;
- перемещение грунта;
- укладку грунта и его уплотнение.

Расчет земляных работ ведется с учетом категории грунта. Учитывая то, что данная система сейсмостойкости была разработана относительно недавно, то есть и свои ограничения в применении. Предпочтительнее использовать эту систему на грунтах 1-й и 2-й категории. В этом случае риска разрушения системы нет. Плотность, которой обладают грунты этих категорий (600-1900 м куб.) даёт возможность фундаменту более «мягко» воспринимать нагрузку, которая передается толчками при землетрясении. Для более удобной работы определим некоторые характеристики грунтов первой и второй категории.

Так же немало важно определить уровень грунтовых вод на данном участке для определения глубины заложения фундамента. Если уровень грунтовых вод на участке расположен низко, то глубину заложения фундамента дома следует выбирать в зависимости от состояния грунта. Важно при этом не устраивать фундамент на насыпном грунте. Если уровень грунтовых вод на участке расположен высоко, то глубину заложения фундамента дома следует выбирать в зависимости от глубины промерзания грунта. Это связано с тем,

что высокий УГВ снижает его несущую способность. Грунтовые воды имеют площадное распространение и некоторый уклон в пониженную часть местности. На ровном участке глубина поверхности грунтовых вод практически одинакова. На участках с неровной поверхностью глубина залегания грунтовых вод меньше в пониженных местах. Зеркало грунтовых вод обычно расположено на глубине от 2 до 20 м от поверхности в зависимости от глубины залегания глинистого водоупорного слоя. При залегании воды на большей глубине необходимо обследовать близлежащую территорию: осмотреть колодцы, родники, карьеры, понижения на поверхности и др. Зная отметки топографии местности, можно ориентировочно установить глубину уровня воды на участке. Если грунтовые воды не обнаружены на глубинах 3—5 м, то не обязательно устанавливать их поверхность, так как они не представляют опасности для строительства фундаментов. Понижение уровня грунтовых вод или отвод поверхностных вод обычно осуществляют устройством водопонижения или водоотвода. Чаще для этого используют водоотводные каналы или обвалование с нагорной части площадки (рис.3, а). При значительном притоке грунтовых вод устраивают открытые или закрытые дренажи. Открытые дренажи представляют собой каналы, на дно которых укладываются слои фильтрующего материала: крупнозернистого песка, щебня или гравия. Закрытые дренажи (рис.3, б, в) - это траншеи, разрабатываемые ниже уровня сезонного промерзания грунта и засыпаемые послойно фильтрующими материалами. По дну дренажа можно укладывать трубу с отверстиями в боковых стенках (перфорированную) для отвода воды.

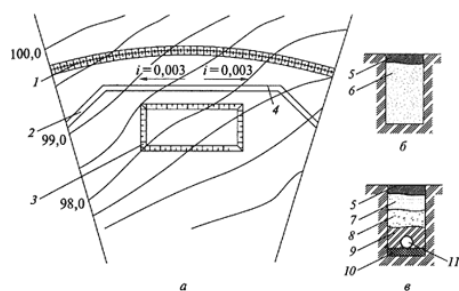


Рис. 3. Водоотводные каналы или обвалование

а - обвалования площадки; б - обычного дренажа; в - дренажа с перфорированной трубой;  $i$  - уклон; 1 - земляное обвалование; 2 - водоотводная канава; 3 - котлован; 4 - строительная площадка; 5 - местный грунт; 6 - дренирующий материал; 7, 8 - соответственно мелко- и крупнозернистый песок; 9 - гравий; 10 - уплотнительный слой; 11 - перфорированная (с отверстиями) труба.

#### Послезавершения

устройства фундамента начинается процесс установки сейсмостойкой системы. По рабочему проекту определяются опорные узлы и устраиваются железобетонные подушки под все

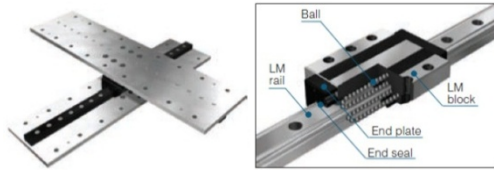
детали системы. На подушках делают разметку под места крепления деталей и устанавливают анкера. Затем завинчивают гайки на все анкера на заданном уровне, которые служат для определения единой высоты установки системы. Единый уровень определяют и контролируют нивелиром, установив его по геодезическим правилам для всех отметок (анкеров) и рейкой, которую устанавливают непосредственно на гайку. Установка системы строго в горизонтальном направлении крайне важна, для безотказной работы системы. В железобетонных подушках делают закладные детали с анкерными выпусками, служащие для болтового соединения элемента с фундаментом. Такие соединения рассчитываются на срез во время проектирования системы. После этого устанавливают все детали сейсмостойкой системы. С помощью автомобильного крана детали подаются на подготовленные узлы (рис.5). CLB и RDT после установки на железобетонные подушки крепятся между собой (поршень RDT закручивают в металлический блок, находящийся между двумя рельсами CLB). Затем выполняется проверка на сохранение горизонтального положения: на цилиндр RDT и верхнюю панель CLB устанавливают уровень, который должен показывать горизонт. Если проверка не выполнена, требуется заново выполнять описанный процесс. Детали HDR так же устанавливаются на ж/б подушки, однако проверка на сей раз выполняется нивелиром во время установки и монтажа. После выполнения проверок и выполнения основных условий, приступают к определению погрешностей каждого из элемента. Данные заносят в таблицу и сравнивают с допускаемыми величинами, которые были определены опытным путем при нормальной работе системы.

Перед монтажом рамы, которая соединяет здание и сейсмостойкий фундамент, следует проложить все коммуникации и трубопроводы. Особенность прокладки трубопроводов будет заключаться в том, что над фундаментом они соединяются с резиновыми трубами, а те в свою очередь с полипропиленовыми.

После установки всех деталей сейсмостойкой системы, устанавливают несущую раму. Её монтаж так же начинается с основных узлов, а точнее с крепления угловых узлов рамы с деталями CLB (рис.4.)



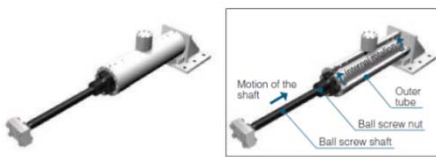
Рис. 4. Крепление угловых узлов рамы



а) CLB – сейсмостойкие рельсы



б) HDR – возвратный механизм



в) RDT – тормозная система

Рис. 5. Элементы сейсмостойкой системы

## Выводы

На сегодняшний день актуальна проблема доработки уже существующих методов возведения сейсмостойких фундаментов. Возможны и доработки конструкций сейсмостойких систем. Необходимо также провести технико-экономическое сравнение существующих и разрабатываемых технологических решений.

## Список литературы

1. Кашкаров А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции, 2011
2. Лившиц М. Закон электромагнитной индукции или «правило потока» //Квант. — 1998. — № 3. — С. 37-38
3. Бурлаченко О.В., Скибин Г.М. Строительство зданий в экстремальных условиях. Волгоград. ВГАСУ, 2009.
4. Бадьин Г.М. Справочник строителя. М.: АСВ, 2013 -416 с.
5. Плевков В.С. Железобетонные и каменные конструкции сейсмостойких зданий и сооружений. М.: АСВ 2012 -290 с.

Romanenko T.N., Kerimov A. D., Drevetnyak O.I.

## MODERN METHODS OF ERRECTION OF THE SEISMIC BUILDING FOUNDATION

**Summary.** The article is devoted to the analysis of modern methods of erection of the seismic buildings foundation, investigation of the firmness of different foundations to the influence to the seismic loads, comperison of varius construction of the seismic foundation. The actuality of further perfection of the seismic foundations' consructions is presented in this article. Taking into consideration the experience of solving the given problem different varients of technology and organization of work at the analogical objects' errection are offered .

**Keywords:** seismic foundations, technology of work, erection of seismic objects.

УДК 504.05 539.4.019

## ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ БАКОВ С ЖИДКИМ НАПОЛНИТЕЛЕМ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Чемодуров В.Т., Кузьмина Ю.С.

Академия Строительства и Архитектуры КФУ им.В.И.Вернадского,г.Симферополь, ул. Киевская 181

**Аннотация:** в статье представлены теоретические разработки оценки прочности цилиндрических оболочек с жидкостью, подвергающихся действию нестационарного движения основания при сейсмическом нагружении. Для описания изгибных деформаций оболочки используется модель колебания стержня с равномерно распределенной массой по его длине.

**Ключевые слова:** динамические нагрузки, приведенные параметры колебательного процесса, нестационарное нагружение, цилиндрическая оболочка, изгибные формы потери устойчивости.

### Актуальность

Проблема обеспечения прочности цилиндрических резервуаров для хранения жидких топлив имеет важное значение и является весьма актуальной для Российской Федерации и Республики Крым. Во-первых, Россия является одним из крупнейших поставщиков нефти на мировом рынке, в связи с чем проблема хранения нефти и других жидких топлив является одной из основных для нефтедобывающих предприятий.

Во-вторых, многие регионы России, в частности и Республика Крым, являются районами высокой сейсмичности, где существует большая вероятность возникновения землетрясений различной интенсивности. Кроме того, в Республике Крым идет восстановление и дальнейшее развитие военно-морских баз, обеспечивающих возрастающее количество кораблей, а, следовательно, и увеличение хранения жидкого топлива.

В связи с этим проблема обеспечения прочности резервуаров при сейсмических воздействиях актуальна и представляет собой важную задачу научных исследований в России и Республике Крым.

### Цель исследования

Разработка методики оценки прочности цилиндрических резервуаров с жидкостью при возможных сейсмических нагрузках на их основание.

### Задачи исследования

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих задач:

1. Разработка и анализ различных математических моделей колебательного процесса исследуемого объекта при использовании различного рода моделей, представляющих цилиндрический резервуар с жидкостью.

2. Определение перемещений узлов выбранной расчетной модели, на основании которых рассчитываются внутренние усилия в обечайке резервуара.

3. Анализ и сопоставление результатов, полученных при исследовании разработанных математических моделей колебания резервуара.

### Объект исследования

Объектом исследования являются вертикальные стальные цилиндрические резервуары для хранения жидких топлив. Эти сооружения в настоящее время являются наиболее прогрессивной конструкцией хранилищ для жидкостей. Вместе с тем вертикальные стальные цилиндрические резервуары, как показывает анализ аварий на этих сооружениях, оказываются весьма чувствительными к динамическим воздействиям, повреждаются и разрушаются, приводя к значительному ущербу, причиняемому народному хозяйству. Если жидкость, хранящаяся в резервуаре, является горючей или токсичной, то сочетание этих двух факторов приводит к неминуемым катастрофическим последствиям или экологическим бедствиям.

Анализ причин и хода развития происшествий и аварий показывает, что независимо от времени, типа производства и региона (если отвлечься от конкретных технических деталей) процессы разрушения топливных баков подчиняются определенным закономерностям. С целью предотвращения опасных состояний объектов, особенно энегронасыщенных, необходимо тщательно анализировать и проигрывать сценарии возникновения и развития возможных аварийных ситуаций в чрезвычайных ситуациях.

В качестве примера примем конкретный резервуар для хранения дизельного топлива в городе Севастополе. Резервуар имеет емкость 1000 м<sup>3</sup>, что позволяет отнести его к III классу опасности по ПБ 03-605-03.

По данному объекту нам предоставлена вся необходимая информация, а именно:

- диаметр цилиндрической обечайки и ее высота:  $D=10,43\text{ м}$ ,  $L=12\text{ м}$ ;
- объем жидкости  $V=1000\text{ м}^3$  с плотностью  $\rho_t = 820\text{ кг/м}^3$ ;
- толщина оболочки  $\delta_0 = 0,006\text{ м}$ .

Оболочку принимаем гладкой эквивалентную в весовом соотношении с реальной оболочкой, подкрепленной ребрами жесткости.

**Предмет исследования**

Предметом исследования является изучение напряженно-деформируемого состояния оболочки резервуара при нестационарном динамическом воздействии.

**Научная новизна исследования**

Разработана математическая модель расчета на прочность цилиндрической обечайки, связывающая ее основные параметры с сейсмической нагрузкой различной интенсивности.

**Методика исследования**

Для точного решения задачи о колебаниях упругих систем необходимо рассматривать сооружение с непрерывно распределенными по длине сооружения массами. Представим цилиндрический бак с жидкостью стержнем с равномерно распределенной массой по его длине и жестким креплением на одном конце.

Дифференциальное уравнение равновесия стержня постоянного сечения имеет вид:

$$EJ \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = F(x) \tag{1}$$

Здесь:  $E$  – модуль упругости материала цилиндрического бака;  $J$  – его момент инерции. Ось  $x$  является вертикальной осью цилиндрического бака; ось  $y$  – поперечная ось.  $F(x)$  – интенсивность внешней нагрузки по длине бака. Рассматривается нагрузка, меняющаяся во времени. В этом случае учтем силу инерции  $m_0 \ddot{y}$  ( $m_0$  – погонная масса). Тогда уравнение (1) примет вид:

$$EJ \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = F(x) - m_0 \ddot{y} \tag{2}$$

При свободных колебаниях бака  $F(x) = 0$ :

$$EJ \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = -m_0 \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \tag{3}$$

Уравнение (3) дополним граничными условиями конкретной конструктивной схемы:

$$\begin{cases} \text{при } x = 0: y = 0; \frac{\partial y}{\partial x} = 0; \\ \text{при } x = l: \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0; \frac{\partial^3 y}{\partial x^3} = 0; \end{cases} \tag{4}$$

Начальные условия обычно принимаются нулевыми. Уравнение (3) решается методом разделения переменных. Представим:

$$y(x, t) = q(t) \cdot f(x) \tag{5}$$

Подстановка (5) в (3) дает следующий результат:

$$\frac{EJ}{m_0} \frac{f^{IV}}{f} = -\frac{\ddot{q}}{q} = \lambda^2 \tag{6}$$

Левая часть равенства зависит только от координаты  $x$ , правая – от времени.  $\lambda^2$  – постоянная величина. Уравнение (6) превращается в два уравнения:

$$\begin{cases} \ddot{q} + \lambda^2 q = 0; \\ \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} - \frac{\lambda^2 m_0}{EJ} f = 0. \end{cases} \tag{7}$$

Первое уравнение (7) – уравнение свободных колебаний системы с одной степенью свободы, определяющее простые гармонические колебания с частотой  $\lambda$ . Второе уравнение (7) определяет форму свободных колебаний  $f$ , соответствующей частоте  $\lambda$ .

Обозначим множитель  $\frac{\lambda^2 m_0}{EJ} = \beta^4$ , тогда:

$$\frac{\partial^4 y}{\partial x^4} - \beta^4 f = 0 \tag{8}$$

Решение уравнения (8) имеет вид:

$$f(x) = C_1 \cdot \sin(\beta x) + C_2 \cdot \cos(\beta x) + C_3 \cdot \text{sh}(\beta x) + C_4 \cdot \text{ch}(\beta x) \tag{9}$$

Системы упругих тел имеют неограниченное число степеней свободы, то есть неограниченное число возможных перемещений точек системы. В этом случае колебательное движение упругого тела представляет собой неограниченную сумму простых гармонических колебаний (главных колебаний):

$$y = \sum_{n=1}^{\infty} (y_{0n} \cdot f_n) \tag{10}$$

Каждое главное колебание характеризуется своей формой и периодом колебаний. Как показывает практика с ростом  $n$  влияние главных колебаний на общее состояние упругой системы резко уменьшается. Иногда даже ограничиваются одной первой формой колебания.

Запишем уравнение (9) для  $n$ -ой формы колебаний. При этом первый коэффициент приведем к единице:

$$f(x) = \sin(\beta_n x) + C_2 \cdot \cos(\beta_n x) + C_3 \cdot \text{sh}(\beta_n x) + C_4 \cdot \text{ch}(\beta_n x) \tag{11}$$

Для определения постоянных коэффициентов используем граничные условия (4). Получим следующую зависимость:

$$f_n(x) = \frac{(sh(\beta_n l) + sin(\beta_n l))(ch(\beta_n x) - cos(\beta_n x))}{ch(\beta_n x) + cos(\beta_n x)} - \frac{(ch(\beta_n l) + cos(\beta_n l))(sh(\beta_n x) - sin(\beta_n x))}{ch(\beta_n x) + cos(\beta_n x)} \tag{12}$$

Выберем точку приведения на свободном конце стержня. В этой точке  $f_n(x) = 1$ . Для этого разделим уравнение (12) на  $f_n(l)$ . Получим:

$$f_n(x) = \frac{(sh(\beta_n l) + sin(\beta_n l))(ch(\beta_n x) - cos(\beta_n x))}{2(ch(\beta_n l) \cdot sin(\beta_n l) - sh(\beta_n l) \cdot cos(\beta_n l))} - \frac{(ch(\beta_n l) + cos(\beta_n l))(sh(\beta_n x) - sin(\beta_n x))}{2(ch(\beta_n l) \cdot sin(\beta_n l) - sh(\beta_n l) \cdot cos(\beta_n l))} \tag{13}$$

Уравнение частоты рассматриваемой схемы имеет вид:

$$ch(\beta_n l) \cdot cos(\beta_n x) = -1 \tag{14}$$

Корни этого уравнения:

$$\beta_1 l = a_1 = 1,88; \beta_2 l = a_2 = 4,69; \beta_3 l = a_3 = 7,85.$$

Остановимся на трех формах колебаний. Теперь легко получить основные параметры колебаний: частоты собственных колебаний, приведенные массы, жесткости и внешнее воздействие:

$$\lambda_n = \frac{a_1^2}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m_0}};$$

$$m_{пр} = \int_0^l m_0 f_n^2 dx = 0,26 m_0 l;$$

$$C_{прn} = EJ \int_0^l (f_n'')^2 dx = 0,26 \frac{a_n^4}{l^3} EJ;$$

$$\Phi_{прn} = F \int_0^l f_n dx.$$

Для трех форм колебаний:

$$\Phi_{пр1} = 0,412Fl; \Phi_{пр2} = 0,173Fl; \Phi_{пр3} = 0,142Fl$$

Теперь общее решение колебания упругой системы с распределенной массой можно записать в виде:

$$y = \sum_{n=1}^3 y_n(x, t) = \sum_{n=1}^3 q_n(t) \cdot f_n(x) \quad (15)$$

Перемещения  $q_n(t)$  находятся из решения уравнения:

$$m_{пр} \cdot \ddot{q}_n + C_{прn} \cdot q_n = \Phi_{прn} \quad (16)$$

В качестве внешнего воздействия на цилиндрический бак с жидкостью примем часто используемый в практических расчетах реакции на сейсмическое воздействие «импульс» Берлаге:

$$F = Ate^{-t} \sin(2\pi\omega t) \quad (17)$$

Рассмотрим модель колебательной системы, основанной на методе начальных параметров (см. рисунок 1)

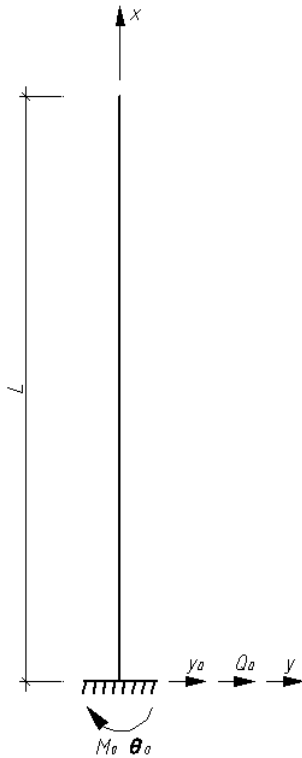


Рис. 1.

В общем случае при сейсмической нагрузке на основание модели с равномерно распределенной массой действуют следующие начальные параметры:  $y_0$  - перемещение основания,  $Q_0$  -

поперечная сила,  $M_0$  - изгибающий момент,  $\theta_0$  - угол поворота основания.

На первом этапе исследования полагаем, что основание модели перемещается линейно, а момент  $M_0$  отсутствует.

Тогда решение уравнения (2) приведет к следующей зависимости поперечного перемещения точек исследуемой модели:

$$y(x) = A_x y_0 + D_x \frac{Q_0}{EJk^3} \quad (23)$$

Поперечную начальную силу  $Q_0$  обычно выражают через массу системы, то есть  $Q_0 = m\ddot{y}_0$ .

Как и ранее, поперечное перемещение основания свяжем с импульсом Берлаге:

$$\begin{cases} y_0 = Ate^{-t} \sin(2\pi\omega t) \\ \dot{y}_0 = Ae^{-t} \left[ 4\pi\omega \cos(2\pi\omega t) (1-t) - 2 \sin(2\pi\omega t) + t \sin(2\pi\omega t) (1-4\pi^2\omega^2) \right] \end{cases} \quad (24)$$

В выражение (23) входят функции влияния:

$$A_x = \frac{chkx + \cos kx}{2}; \quad D_x = \frac{shkx - \sin kx}{2} \quad (25)$$

Коэффициент  $k = \sqrt[4]{\frac{m\theta^2}{EJ}}$ ,  $\theta = 2\pi\omega$  - частота внешней нагрузки.

Решение уравнения (23) позволяет найти максимальные поперечные перемещения исследуемой системы и оценить прочность цилиндрической обечайки бака с жидкостью.

### Результаты исследования.

Результат расчета реакции цилиндрического бака с жидкостью с равномерно распределенными по длине сооружения массами на сейсмическое воздействие показан на рисунке 2.

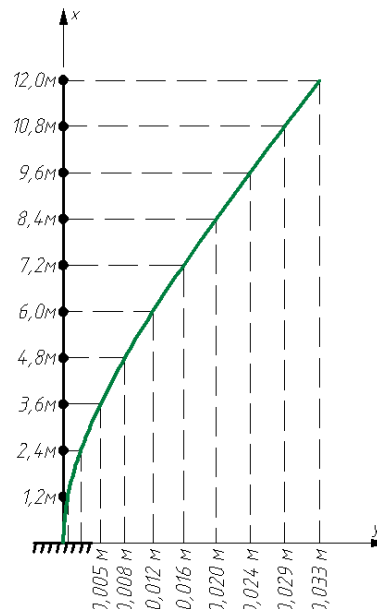


Рис. 2.

При изгибе цилиндрической оболочки в ней возникают:

- радиальные напряжения:

$$\sigma_1 = \frac{M}{\pi r^2 \delta_0} \quad (18)$$

- кольцевые напряжения:

$$\sigma_2 = \frac{g \rho L r}{\delta_0} \quad (19)$$

Доминирующими являются радиальные напряжения.

При динамическом расчете определяется максимальное поперечное перемещение выбранной модели бака с жидкостью  $y_{max}$  и изгибающий момент:

$$M = \frac{3EJy_{max}}{L^2} \quad (20)$$

После подстановки выражения (20) в (18) получим условие прочности цилиндрической обечайки:

$$\sigma_1 = \frac{3EJy_{max}}{\pi L^2 r^2 \delta_0} \leq [\sigma] \quad (21)$$

или

$$\delta_0 \geq \frac{3EJy_{max}}{\pi L^2 r^2 [\sigma]} \quad (22)$$

Результат расчета реакции цилиндрического бака с жидкостью на сейсмическое воздействие методом начальных параметров показан на рисунке 3.

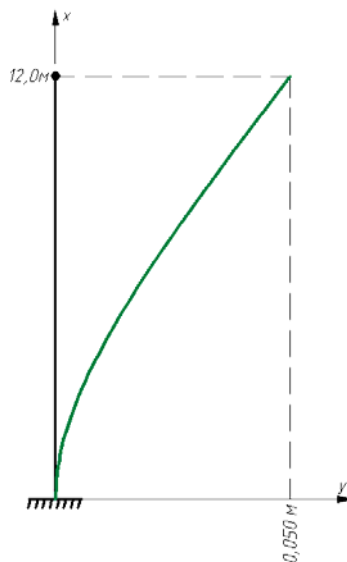


Рис. 3.

Chemodurov V.T., Kuzmina Yu.S.

## ASSESSMENT OF STRENGTH OF CYLINDRICAL TANKS WITH A LIQUID VEHICLE EXPOSED DYNAMIC LOADS

**Abstract:** The article presents the theoretical development for assessing the strength of cylindrical shells with liquid subjected to the action of unsteady motion of the base under seismic loading. To describe the flexural deformation of the shell model is used vibrations of a rod with a uniformly distributed mass along its length.

**Keywords:** dynamic loads, given the parameters of the oscillatory process, unsteady loading, cylindrical shell, bending buckling.

Сравнительный анализ моделей колебания стержня с равномерно распределенной массой (16) и (23) приводит практически к идентичному результату.

### Выводы

В результате анализа различных математических моделей колебания баков с жидким топливом получили перемещения точек системы. Имея эти данные, легко определяются внутренние усилия в цилиндрической обечайке при динамических нагрузках. Кроме того, при необходимости можно поставить задачу оптимизации массы конструкции в заданных геометрических и прочностных ограничениях.

### Список литературы

1. Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений. – Киев., 2008. – 480 с.
2. Перцев А.К., Платонов Э.Г. Динамика оболочек и пластин: (Нестационарные задачи). Л.: Судостроение, 1987, 316 с.
3. Рекач В.Г. Руководство к решению задач прикладной теории упругости. Учебное пособие для студентов строительных специальностей вузов. М., «Высшая школа», 1973, 384 с.
4. Бугаевский Г.Н. Основы сейсмологии и динамической теории сейсмостойкости», 2010. – 256 с.
5. Погорелов В.И. Строительная механика тонкостенных конструкций. – СПб.: БХВ – Петербург, 2007. – 528с.
6. Под редакцией профессоров Б.Г. Коренева, А.Ф. Смирнова. Динамический расчет специальных инженерных сооружений и конструкций (Справочник проектировщика). – М.: Стройиздат, 1986. – 461с.
7. Безухов Н.И. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах: Учебное пособие для строительных специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1987. – 264 с.

### Раздел 3. Инженерное обеспечение

УДК 696.2(075.8)

## СВЯЗЬ ЗАТРАТ НА СТРОИТЕЛЬСТВО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ СЕТИ С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СЕТИ

Боровский Б.И., Иванников Ю.А.

Академия Строительства и Архитектуры КФУ им.В.И.Вернадского, г.Симферополь, ул. Киевская 181

**Аннотация.** На основании анализа технических характеристик распределительных газовых сетей из затрат на материалы и технологию строительства предложена модель расчёта затрат на подземное и надземное строительство стальных и полиэтиленовых газовых сетей при низком, среднем и высоком давлении.

**Ключевые слова:** распределительная газовая сеть, характеристики сети, технологии строительства, строительные затраты, модель расчёта.

#### Введение

Распределительная газовая сеть населенного пункта предназначается для распределения газа потребителям, эта сеть заканчивается подачей газа потребителю (предприятие, котельная, жилой квартал, отдельное здание). Внутри здания потребителя внутридомовой газопровод направляет газ к отдельным газовым приборам.

Строительные правила [1] требуют технико-экономических обоснований при выборе варианта газовой сети. При этом необходимо учитывать стоимость труб, оборудования, строительства и эксплуатации. Предусмотрена возможность использования низкого, среднего и высокого давления II и I категории.

Рекомендуется применение среднего давления с ШРП (шкафной регуляторный пункт) у потребителей газа. Использование низкого давления из – за значительных материальных вложений целесообразно в малых поселениях с комплексной застройкой, расположенной вблизи источника газоснабжения.

Проектируются на территориях населенных пунктов преимущественно подземных газопроводов, где рекомендуется использовать полиэтиленовые трубы. Прокладка надземных стальных газопроводов возможна только при техническом обосновании.

В строительных правилах [1] отсутствует модель технико-экономических обоснований выбора варианта газовой сети.

#### Анализ публикаций

В работе [2] приведена модель технико-экономических обоснований выбора варианта газовой сети. Утверждается, что стоимость земляных работ в меньшей степени зависит от диаметра труб, чем стоимость газопровода и предлагается определять затраты на строительство газопровода по упрощённой зависимости:

$$K_z = (0,5 - 0,6)d_n \text{ ,руб/м} \quad (\text{наружный}$$

диаметр газопровода в см). Видно, что эта зависимость не позволяет учесть снижение затрат при использовании полиэтиленовых труб, так как диаметры полиэтиленовых и стальных труб весьма близки. Однако, эта зависимость возможно может использоваться при сравнительных расчётах. В работе показано, что из-за уменьшения диаметра труб затраты на строительство газопровода снижаются при увеличении давления газа. Так, затраты при среднем давлении составляют 0,387 от затрат при низком давлении.

В работах [3-6] отсутствуют модели технико-экономических обоснований выбора варианта газовой сети. В связи с этим при проектировании приходится анализировать различные варианты, варьируя давлениями и материалом газопровода (сталь, полиэтилен) [7-10]. Эти исследования показали экономические преимущества среднего и высокого давления II категории и использования полиэтиленовых труб для подземных газопроводов, что согласуется со Строительными правилами [1]. Так, затраты на строительство полиэтиленового газопровода меньше, чем подземного стального при низком, среднем и высоком давлении, соответственно, на 12-42; 27-42; 44%. (расход газа 560 – 800 м<sup>3</sup>/ч). К тому же при среднем давлении уменьшаются трудоёмкость строительства, срок строительства и срок окупаемости. Естественно, возрастает срок эксплуатации в 2-2,5 раза, 50 и 20-25 лет. Однако, обобщение экономических показателей не получено.

В работе [6] указаны нормы использования располагаемого давления газа в сети, что делает сравнение вариантов более определённым.

#### Цель и постановка задачи исследований

Целью работы является получение модели, связующей затраты на строительство распределительной газовой сети с характеристиками сети. Задачи состоят в анализе параметров сети и затрат на строительство.

### Методика исследования

Методика исследования заключается в численном анализе современной информации по параметрам распределительных газовых сетей и по экономическим характеристикам.

### Результаты и их анализ

Основными техническими параметрами распределительных газовых сетей являются диаметр  $d$  и длина трубопровода  $\ell$ . В Строительных правилах [1] приведены соотношения для расчёта диаметра трубопровода при низком, среднем и высоком давлении. Для обеспечения устойчивой работы регуляторов давления на газорегуляторных пунктах (ГРП) потребителей используется только часть располагаемого давления [2,6]. В работе [6] говорится об использовании 40% располагаемого давления. Тогда определим:

- для низкого давления:  $r_{нач} = 3000 \text{ Па}$ ;  $r_{кон} = 1800 \text{ Па}$ ; допустимые потери давления  $1200 \text{ Па}$ ,

- для среднего давления:  $r_{нач} = 0,4 \text{ МПа}$ ;  $r_{кон} = 0,24 \text{ МПа}$ ; допустимые потери давления  $0,16 \text{ МПа}$ ,

- для высокого давления II категории:  $r_{нач} = 0,7 \text{ МПа}$ ;  $r_{кон} = 0,42 \text{ МПа}$ ; допустимые потери давления  $0,28 \text{ МПа}$ ,

- для высокого давления I категории:  $r_{нач} = 1,3 \text{ МПа}$ ;  $r_{кон} = 0,52 \text{ МПа}$ ; допустимые потери давления  $0,78 \text{ МПа}$ ,

где давления среднее и высокое - абсолютные;  $r_{нач}$ ,  $r_{кон}$  - давление начальное и конечное.

После преобразований соотношений Строительных правил [1] получим:

1) сталь

низкое давление:

$$d = 3,9 Q_0^{0,4} \cdot \ell^{0,2}; \quad (1)$$

среднее давление:

$$d = 1,165 Q_0^{0,4} \cdot \ell^{0,2}; \quad (2)$$

высокое давление II категории:

$$d = 0,932 Q_0^{0,4} \cdot \ell^{0,2}; \quad (3)$$

высокое давление I категории:

$$d = 0,69 Q_0^{0,4} \cdot \ell^{0,2}; \quad (4)$$

2) полиэтилен

низкое давление:

$$d = 4,3 Q_0^{0,37} \cdot \ell^{0,21}; \quad (5)$$

среднее давление:

$$d = 1,22 Q_0^{0,37} \cdot \ell^{0,21}; \quad (6)$$

высокое давление II категории:

$$d = 0,96 Q_0^{0,37} \cdot \ell^{0,21}; \quad (7)$$

высокое давление I категории:

$$d = 0,70 Q_0^{0,37} \cdot \ell^{0,21}; \quad (8)$$

где  $d$ , мм;  $Q_0$ , м<sup>3</sup>/ч;  $\ell$  - расстояние до самой удалённой точки, м.

Из формул (1) – (8) видно, что газопровод с внутренним диаметром  $d$  связывает основные

технические характеристики распределительных газовых сетей: расход газа  $Q_0$ , длину  $\ell$ , материал труб и давление газа. Это позволяет обобщать затраты на строительство (экономические характеристики) по внутреннему диаметру  $d$ . По значению этого диаметра  $d$  легко находится наружный диаметр газопровода  $d_n$ .

Формулы (1) – (8) позволяют оценить влияние давления газа. Переход от низкого давления к среднему уменьшает диаметр газопровода более чем в 3 раза, а переход от среднего давления к высокому давлению II и I категории снижает диаметр только на 20% и 27%. Отсюда следует преимущество использования среднего давления в газоснабжении, оговоренное Строительными правилами [1].

Расчёт по формулам (1) – (8) показывает, что диаметр полиэтиленовых труб меньше, чем стальных: при расходах 650 и 2000 м<sup>3</sup>/ч уменьшение составляет 90 и 88%. Однако, в связи с дискретностью диаметров труб это уменьшение может не проявиться.

Перейдём к анализу затрат на строительство распределительной газовой сети. В нормативном документе [11] приведены затраты на монтаж подземного и надземного газопроводов в зависимости от длины и наружного диаметра газопровода  $d_n$  по состоянию на 2000г. В Письме Координационного центра [12] указаны индексы пересчёта сметной стоимости строительства с 2000г. на февраль 2015г. Для Краснодарского края (данные для Крыма отсутствуют) при новом строительстве и реконструкции индекс к общей стоимости (без НДС) составляет 8,795. С учётом приведенного индекса, переходя к внутреннему диаметру  $d$  и удельным затратам, приходящимся на 1м (3/м), определяя стоимость труб по данным интернет используя как более стабильную денежную единицу, доллар (один доллар соответствует 70 рублям), найдём следующие зависимости при индексе корреляции более 0,95:

Подземная прокладка газопровода (долл / м)  
сталь

$$3/м = 0,024 d^{1,43}; \quad (9)$$

2) полиэтилен

$$3/м = 0,0062 d^{1,61}; \quad (10)$$

Надземная прокладка стального газопровода (долл/м)

Высота прокладки 1м:

$$3/м = 0,111 d^{1,122}; \quad (11)$$

Высота прокладки 2,2м:

$$3/м = 0,145 d^{1,078}; \quad (12)$$

Высота прокладки 5м:

$$3/м = 0,270 d^{0,972}; \quad (13)$$

Расчётные формулы (1) – (13) не учитывают затраты на катодную (анодную) антикоррозионную защиту изатраты на сетевой ГРП.

Сопоставляя формулы (9) и (10) найдём, что при равных диаметрах стального и полиэтиленового газопроводов затраты на строительство полиэтиленового газопроводов значительно меньше, чем стального.

Расчёты по обобщающим формулам (11) – (13) согласуются с тем естественным положением, что с увеличением высота прокладки газопровода строительные затраты возрастают. Увеличение высоты прокладки с 1м до 2,2м повышает затраты в пределах 10%. При высоте прокладки 5м и диаметре 50мм затраты больше, чем при высоте прокладки 2,2м, на 23%. Последующее увеличение диаметра снижает эту величину, которая при диаметре 300мм составляет 1,8%.

Как уже отмечалось, при определении диаметра  $d$  используется длина наиболее длинной ветки в сети, для этого диаметра получены вышеприведенные формулы затрат. С целью вычисления затрат для других веток сети воспользуемся работой [13], в которой приведены затраты 1984г. для отдельной трубы и для труб в сети при глубине траншеи 2 и 4м. После приведения данных к глубине траншеи газопровода 1м получим отношение затрат трубы в сети  $Z_{ск}$  затратам отдельной трубы  $Z$  ( для стали  $d_n = 100 - 600$ мм, для полиэтилена  $d_n = 100 - 300$ мм ) :

$$Z_{ск}/Z = \frac{8,73}{d^{0,32}} \quad ; \quad (14)$$

Сталь:

$$Z_{ск}/Z = \frac{36}{d^{0,55}} \quad (15)$$

Полиэтилен:

Формулы (14) и (15) показывает, что при равных диаметрах стального и полиэтиленового газопроводов затраты на ветки в сети полиэтиленового газопровода больше, чем стального.

Сравним затраты на строительство распределительных газопроводов из стальных и полиэтиленовых труб при низком и среднем давлении, при большом (2000) и малом (650) значениях часового расхода газа, м<sup>3</sup>/ч (величина 650 м<sup>3</sup>/ч выбрана в качестве средней из исследованных в работах [7-10]). Необходимо провести гидравлический расчёт газовой сети. Примерная газовая сеть жилого микрорайона приведен на рис. 1. Расчёты проведём при постоянных диаметрах веток 2,3 и участков 1-2 и 2-6 ветки 1 [14].

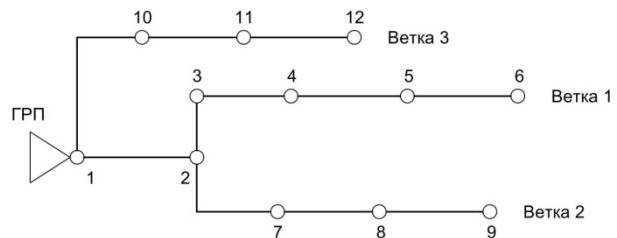


Рис. 1. Газовая сеть жилого микрорайона

Результаты гидравлических расчётов с оценкой затрат приведены в табл. 1-8

Таблица 1.  
Результаты расчёта газопровода из стальных труб при низком давлении и расходе газа 650 м<sup>3</sup>/ч

Участок	ℓ, м	Q, м <sup>3</sup> /ч	d <sub>н</sub> *s, мм*мм	d, мм	Z/м, долл / м	Z, долл	Z <sub>ск</sub> / Z	Z <sub>ск</sub> , долл	∑Z <sub>ск</sub> / м, долл / м
1 - 2	200	406	194*6	182	40,94	8188	1,65	13520	21,96
2 - 6	650	106	108*5	98	16,89	10979	1,0	10979	
2 - 9	500	81	108*5	98	16,89	8445	1,0	8445	
1 - 12	650	106	108*5	98	16,89	10979	1,0	10979	
∑	2000	—	—	—	—	38591	—	43923	

Таблица 2.  
Результаты расчёта газопровода из полиэтиленовых труб при низком давлении и расходе газа 650 м<sup>3</sup>/ч

Участок	ℓ, м	Q, м <sup>3</sup> /ч	d <sub>н</sub> *s, мм*мм	d, мм	Z/м, долл / м	Z, долл	Z <sub>ск</sub> / Z	Z <sub>ск</sub> , долл	∑Z <sub>ск</sub> / м, долл / м
1 - 2	200	406	200*11,4	177,2	25,85	5170	2,09	10796	14,27
2 - 6	650	106	110*6,3	97,4	9,86	6409	1,0	6409	
2 - 9	500	81	110*6,3	97,4	9,86	4930	1,0	4930	
1 - 12	650	106	110*6,3	97,4	9,86	6409	1,0	6409	
∑	2000	—	—	—	—	22918	—	28544	

Таблица 3.

Результаты расчёта газопровода из стальных труб при среднем давлении и расходе газа 650 м<sup>3</sup>/ч

Участок	ℓ, м	Q, м <sup>3</sup> /ч	d <sub>н*с</sub> , мм*мм	d, мм	З/м, долл / м	З, долл	∑ З/м, долл / м
1 - 2	200	406	57*3	51	6,64	1326	6,64
2 - 6	650	106	57*3	51	6,64	4316	
2 - 9	500	81	57*3	51	6,64	3320	
1 - 12	650	106	57*3	51	6,64	4316	
∑	2000	-	-	-	-	13280	

Таблица 4.

Результаты расчёта газопровода из полиэтиленовых труб при среднем давлении и расходе газа 650 м<sup>3</sup>/ч

Участок	ℓ, м	Q, м <sup>3</sup> /ч	d <sub>н*с</sub> , мм*мм	d, мм	З/м, долл / м	З, долл	∑ З/м, долл / м
1 - 2	200	406	63*5,8	51,4	3,52	704	3,52
2 - 6	650	106	63*5,8	51,4	3,52	2288	
2 - 9	500	81	63*5,8	51,4	3,52	1760	
1 - 12	650	106	63*5,8	51,4	3,52	2288	
∑	2000	-	-	-	-	7040	

Таблица 5.

Результаты расчёта газопровода из стальных труб при низком давлении и расходе газа 2000 м<sup>3</sup>/ч

Участок	ℓ, м	Q, м <sup>3</sup> /ч	d <sub>н*с</sub> , мм*мм	d, мм	З/м, долл / м	З, долл	З <sub>с</sub> / З	З <sub>с</sub> , долл	∑ З <sub>с</sub> / м, долл / м
1 - 2	200	1250	219*7	205	48,53	9706	1,59	15432	61,84
2 - 6	650	325	159*5,5	148	30,46	19799	1,76	34837	
2 - 9	500	250	219*7	205	48,53	24265	1,59	38581	
1 - 12	650	325	159*5,5	148	30,46	19799	1,76	34837	
∑	2000	-	-	-	-	73569	-	123687	

Таблица 6.

Результаты расчёта газопровода из полиэтиленовых труб при низком давлении и расходе газа 2000 м<sup>3</sup>/ч

Участок	ℓ, м	Q, м <sup>3</sup> /ч	d <sub>н*с</sub> , мм*мм	d, мм	З/м, долл / м	З, долл	З <sub>с</sub> / З	З <sub>с</sub> , долл	∑ З <sub>с</sub> / м, долл / м
1 - 2	200	1250	225*12,8	199,4	31,26	6252	1,96	12254	49,13
2 - 6	650	325	160*9,1	141,8	18,05	11733	2,36	27690	
2 - 9	500	250	225*12,8	199,4	31,26	15630	1,96	30635	
1 - 12	650	325	160*9,1	141,8	18,05	11733	2,36	27690	
∑	2000	-	-	-	-	45348	-	98269	

Таблица 7.

Результаты расчёта газопровода из стальных труб при среднем давлении и расходе газа 2000 м<sup>3</sup>/ч

Участок	ℓ, м	Q, м <sup>3</sup> /ч	d <sub>н*с</sub> , мм*мм	d, мм	З/м, долл / м	З, долл	∑ З/м, долл / м
1 - 2	200	1250	89*3,5	82	12,86	2572	7,26
2 - 6	650	325	57*3	51	6,64	4316	
2 - 9	500	250	57*3	51	6,64	3320	
1 - 12	650	325	57*3	51	6,64	4316	
∑	2000	-	-	-	-	14524	

Таблица 8.

Результаты расчёта газопровода из полиэтиленовых труб при среднем давлении и расходе газа 2000 м<sup>3</sup>/ч

Участок	ℓ, м	Q, м <sup>3</sup> /ч	d <sub>н*с</sub> , мм*мм	d, мм	З/м, долл / м	З, долл	∑ З/м, долл / м
1 - 2	200	1250	90*5,2	79,6	7,13	1426	3,88
2 - 6	650	325	63*5,8	51,4	3,52	2288	
2 - 9	500	250	63*5,8	51,4	3,52	1760	
1 - 12	650	325	63*5,8	51,4	3,52	2288	
∑	2000	-	-	-	-	7762	

Сопоставление результатов гидравлических расчётов стальных и полиэтиленовых газопроводов при низком и среднем давлении расходах газа 650 (табл.1-4) и 2000м<sup>3</sup>/ч (табл.5-8) показывает практически одинаковость диаметров участков газовой сети. Это объясняется, в частности, тем, что при малом расходе диаметры получаются меньше, но не могут быть приняты для распределительной сети менее 57\*3 для стали и 63\*5,8 для полиэтилена. Диаметры участков сети при среднем давлении меньше 2-4 раза, чем при низком давлении.

По результатам расчётов определим преимущества полимерных труб и среднего давления газа в сети в процентах и, относя затраты при стальных трубах к полимерным и затраты при низком давлении к среднему. Это отразит, на сколько уступают стальные трубы полиэтиленовым трубам и как уступает низкое давление среднему (без учёта затрат на антикоррозионную защиту из затрат на сетевые ГРП).

Таблица 9.  
Сравнение затратных показателей при расходе газа 650 м<sup>3</sup>/ч

Давление	низкое	среднее	Преимущества среднего давления
Удельные затраты	$\sum Z_c / \text{м}$	$\sum Z / \text{м}$	
Сталь	21,96	6,64	3,31
Полиэтилен	14,27	3,52	4,05
Преимущества полиэтилена	1,54 (35%)	1,89 (47%)	22,4%

Таблица 10.  
Сравнение затратных показателей при расходе газа 2000 м<sup>3</sup>/ч

Давление	низкое	среднее	Преимущества среднего давления
Удельные затраты	$\sum Z_c / \text{м}$	$\sum Z / \text{м}$	
Сталь	61,84	7,26	8,52
Полиэтилен	49,13	3,88	12,66
Преимущества полиэтилена	1,25 (20,6%)	1,87 (46,6%)	(48,6%)

Из табл. 9 и 10 следует, что затратные преимущества полиэтиленовых труб перед стальными при низком давлении больше в случае малых расходов газа (35%). При среднем давлении практически одинаковы, 47%(в данном случае). Эти результаты соответствуют работам [7-10]. Затратные преимущества среднего давления возрастают с увеличением расхода газа, если при малом расходе преимущества находятся в пределах трех-четырёх раз, то при большом расходе – уже в пределах десяти раз. Большее преимущество соответствует полиэтиленовым трубам: 22,4% при малом расходе газа и 48,6% при большом.

Для стальных газопроводов затраты при среднем давлении составляют 0,302 от затрат при низком давлении (малый расход газа) и 0,120 (большой расход газа), что отличается от данных работы [2]. Рассчитанные по величине  $K_g$  [2] отношения затрат при низком давлении к затратам при среднем давлении составляют 2,04 (малый расход газа) и 3,0 (большой расход газа), в действительности: 3,31 и 8,52. Расчёт по величине  $K_g$  даёт заниженные результаты.

### Выводы

1. В результате преобразований соотношений Строительных правил [1] получены выражения для диаметров газопровода, которые показали зависимость от основных характеристик газопровода: давления, расхода газа, длины участков и материала труб.

2. Предложена модель технико – экономического обоснования выбора вариант газораспределительной сети, основанная на гидравлическом определении диаметров участков сети и затрат 2015 года на строительство, установленных нормами Российской Федерации и приведенных к более стабильной денежной единице, доллару.

3. Модель состоит из аналитических соотношений затрат для подземной и наземной прокладки газопровода, при использовании стальных и полиэтиленовых труб и различных уровнях давлениях: низкое, среднее и высокое III I категорий.

4. Приведены примеры расчёта вариантов газораспределительной сети жилого микрорайона, которые показали следующее:

-затратные преимущества полиэтиленовых труб перед стальными при низком давлении больше в случае малых расходов газа, а при среднем давлении практически одинаковы (в данном случае);

- диаметры участков сети при среднем давлении меньше 2-4 раза, чем при низком давлении;

- затратные преимущества среднего давления возрастают с увеличением расхода газа, если при малом расходе преимущества находятся в пределах 3-4 раз, то при большом расходе – уже в пределах 10 раз.

5. Большее преимущество среднего давления соответствует полиэтиленовым трубам: 22,4% при малом расходе газа и 48,6% при большом.

#### Список литературы

1. СП 42-101-2003. Общие требования по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полимерных труб. Стандарт РФ. 2003.

2. Ионин А.А. Газоснабжение.- М.: Стройиздат, 1989. -439с.

3. Жила В.А. Газоснабжение.- М.: АСВ, 2914. – 368с.

4. Жуков Н.П. и др. Газоснабжение.- М.: Академия, 2008. – 448с.

5. Пешехонов Н.И. Проектирование газоснабжения. – М.: Эколит, 2012. – 382с.

6. Энін П.М., Шишко Г.Г., Предун К.М. Газопостачання населених пунктів і об'єктів природним газом. К.: Логос, 2002. – 198с.

7. Боровский Б.И., Атрощенко С.Ю. Техничко – економічна оцінка використання поліетиленових труб при проектуванні газової мережі в сільській місцевості. /Сб. Строительство и техногенная безопасность.-Симферополь: НАПКС – 2012. Вып. 43. – С. 111-115.

8. Боровский Б.И., Баранова Г.Н. . Техничко – економічне порівняння розподільного газопроводу низького і середнього тиску в населеному пункті сільської місцевості. Сб. Строительство и техногенная безопасность.-Симферополь: НАПКС – 2013. Вып. 47. – С.124-129.

9. Боровский Б.И., Зорин А.М. Использование высокого давления в полиэтиленовом газопроводе населенного пункта сельской местности. Сб. Строительство и техногенная безопасность.- Симферополь: НАПКС – 2013. Вып. 49. – С. 93-98.

10. Боровский Б.И., Кунский М.О. Оптимизация систем газоснабжения городских микрорайонов. / Сб. Строительство и техногенная безопасность.- Симферополь: НАПКС – 2014. Вып. 50. – С. 29-33.

11. Система нормативных документов в строительстве. Сметные нормативы Российской Федерации ФЕР 81 – 02 – 24 – 2001. Федеральные единичные расценки на строительные работы. ФЕР – 2001. Сборник №24. Теплоснабжение и газопроводы – наружные сети. Книга 2. Раздел 02. Газопроводы городов и поселков. – М.: Госстрой России, 2003 – 44с.

12. Письмо Координационного центра по ценообразованию и сметному нормированию в строительстве от 13 февраля 2015г. № КЦ /2015 – 02ти «Об индексах изменения сметной стоимости строительства по Федеральным округам и регионам Российской Федерации на февраль 2015 года». М.: КЦ, 2015 – 12с.

13. Пособие по водоснабжению и канализации городских и сельских поселений (к СНиП 2.07.01 – 89) – М.: ЦИТИ, 1992 – 56с.

14. Боровский Б.И., Лапина Е.А. Возможность выполнения веток тупикового газопровода низкого давления с постоянным диаметром. / Сб. Строительство и техногенная безопасность.- Симферополь: НАПКС – 2010. Вып. 32. – С.180-185.

Borovsky B.I., Ivannikov Yu.A.

### THE COMMUNICATION COST FOR THE CONSTRUCTION OF GAS DISTRIBUTION NETWORK WITH THE CHARACTERISTICS OF THE NETWORK

**Abstract.** Based on the analysis of the technical characteristics of gas distribution networks and the cost of materials and the construction technology proposed model for calculating costs of underground and overhead construction of steel and polyethylene gas networks at low, medium and high pressure.

**Keywords:** gas distribution network, network characteristics, construction technology, construction costs, the calculation model.

УДК 621: 536.331

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА

Завалий А.А.

Академия биоресурсов и природопользования, КФУ им. В.И. Вернадского, г.Симферополь, пгт. Аграрное

E-mail: zavalym@mail.ru

**Аннотация.** Разработана методика оптимизационного проектирования систем инфракрасного нагрева. В основе методики лежит последовательное использование оптико-геометрических моделей проектирования, тепловых моделей анализа проектируемой системы и процедур последовательной оптимизации. Модели реализуются как численные, критериями оптимизации выступают норма сеточной функции и выборочная дисперсия отклонения распределения в системе от заданного распределения. Для реализации методики создана система автоматизированного проектирования, объединяющая расчетные процедуры с векторно-графическими представлениями проектируемых объемов и трассировкой лучей прямого и отраженного облучения нагреваемых поверхностей.

**Ключевые слова:** оптимизационное проектирование, инфракрасный нагрев.

**Введение**

Под проектированием систем инфракрасного нагрева следует понимать определение геометрических характеристик формы и взаимного положения тел, входящих в систему, для заданных физических свойств этих тел и прозрачной для распространения теплового излучения среды, расположенной между телами системы. Целью проектирования является наиболее эффективное обеспечение требуемого теплового состояния элементов системы [1].

**Анализ публикаций**

В природе основным источником лучистой энергии или теплового излучения является Солнце, в технике – твердые тела, нагретые до высоких температур. Солнце выступает распределенным источником с параллельно направленными потоками лучистой энергии, технические объекты – сосредоточенными источниками с разно направленными потоками лучистой энергии. Поэтому при создании систем инфракрасного

нагрева возникают задачи концентрации лучистой энергии от распределенных источников и распределения лучистой энергии по заданному правилу от сосредоточенных источников. Основным инструментом решения задач концентрации и распределения лучистой энергии является геометрическая оптика, результатом использования которой явилось, например, широкое применение параболических и параболоцилиндрических зеркальных поверхностей для концентрации солнечного излучения, а также параболических и «суперпараболических» зеркальных поверхностей отражателей осветительных приборов [2, 3]. Для изменения направления излучения широко используют также оптически прозрачные линзы и призмы [4].

В общем виде система инфракрасного нагрева для случая сосредоточенных источников теплового излучения может быть представлена схемой на рис.1.

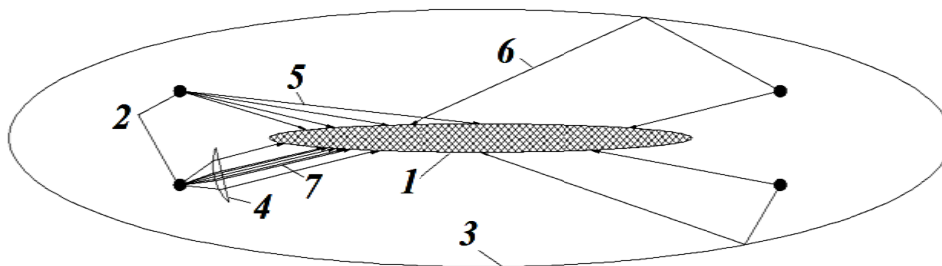


Рис. 1. Схема теплового взаимодействия поверхности инфракрасного нагрева и источников излучения:

1 – поверхность теплового облучения; 2 – источник теплового излучения; 3 – зеркально отражающая поверхность или зеркальный отражатель; 4- линза; 5 – лучи прямого облучения; 6 – лучи отраженного облучения; 7 – направленный пучок лучей прямого облучения

В таких системах после выбора количества, мощности и взаимоположения источников излучения и облучаемой поверхности основным фактором управления распределением теплового излучения по облучаемой поверхности, как правило,

является форма и положение зеркально отражающих поверхностей. Оптические модели позволяют решить задачу определения геометрии взаимного положения облучаемой поверхности, источников

теплового излучения, формы и положения зеркально отражающих поверхностей для заданных мощностей источников и распределения потоков теплового излучения по облучаемой поверхности. В соответствии с классификацией математических моделей оптико-геометрическое моделирование решает обратную задачу теплопереноса или задачу проектирования.

Проектирование систем с зеркально отражающими элементами, создающих заданное распределение потока излучения по спектру и углу, включает в себя следующие этапы [5]:

- проектный расчет профиля отражателя для выбранного спектра излучения с целью получения заданного пространственного распределения потока излучения;

- поверочный расчет распределения потока излучения при заданном профиле отражателя;

- поверочные расчеты тепловых и технологических показателей при ухудшении радиационных характеристик в процессе эксплуатации.

Ограничением применения оптических моделей распространения теплового излучения является необходимость учета формы излучающей и облучаемых поверхностей, их оптических свойств, оптических свойств среды, разделяющей источник и облучаемую поверхность. «Трудности» применения оптических моделей для создания систем лучистого нагрева возникают также, когда источники теплового излучения и облучаемые поверхности находятся в условиях сложного теплообмена с окружающей их газовой или жидкой средой и теплового контакта с другими телами проектируемой системы, а также с телами, расположенными за пределами системы. Для описанных случаев оптические модели, как правило, дают существенно отличную от реальной картину распределения потоков излучения и не позволяют достоверно оценить тепловое состояние системы в целом.

Наиболее достоверную картину распределения потоков теплового излучения и теплового состояния элементов системы инфракрасного нагрева позволяют получить тепловые модели излучения, основанные на решении интегральных уравнений переноса энергии излучения в оптически прозрачной рассеивающей, поглощающей и преломляющей среде [6]. Такие модели основаны на аппроксимациях интенсивности излучения в области моделирования. Моделирование процессов теплопереноса заключается в совместном численном решении уравнений переноса излучения и уравнений газовой динамики и конвективно-кондуктивной теплопередачи, записанных в дифференциальной форме. Численное решение уравнений переноса осуществляется с помощью конечно-элементных моделей [7]. Тепловое моделирование позволяет оценивать тепловое состояние системы, геометрия которой известна. В соответствии с классификацией математических

моделей тепловое моделирование решает прямую задачу теплопереноса или задачу анализа.

### **Цель и задачи исследования**

Процесс проектирования систем инфракрасного нагрева следует рассматривать как процедуру оптимизации, критерием в которой выступает соответствие пространственного распределения потока излучения в системе, полученного в результате проектирования, заданному распределению. В статье предложена методика оптимизационного проектирования систем инфракрасного нагрева.

### **Результаты исследования и их анализ**

Условиями для реализации оптимизационного проектирования являются следующие:

- задача проектирования является задачей с распределенными параметрами;

- существует множество решений с различной структурой и параметрами, удовлетворяющее требованиям ограничений задачи;

- универсальными моделями, позволяющими решать задачу анализа теплового состояния устройств инфракрасного нагрева, являются конечно-элементные модели теплопереноса, включающие в себя модели лучистого теплообмена в средах со свойствами излучения, поглощения и рассеяния;

- моделями, позволяющими решать задачу проектирования геометрии рабочего объема инфракрасных устройств, являются оптико-геометрические модели, включающие в себя правила распределения потоков излучения в проектируемом объеме.

Процедура оптимизации решает задачу приближения распределения потока излучения в спроектированной системе заданному распределению в рамках принятой структуры. Геометрические характеристики проектируемой системы получают с использованием оптико-геометрической модели. Оценка распределения потока излучения в спроектированной системе осуществляется с использованием тепловой модели излучения. При этом и оптико-геометрическая и тепловая модели являются численными, не аналитическими. Количественной мерой отличия полученного в результате проектирования распределения потока излучения от заданного распределения служат норма сеточной функции или статистика Колмогорова [8, 9], а также сумма квадратов невязок или выборочная дисперсия [10]. Численная реализация моделей приводит к использованию нечеткой формулировки критерия оптимизации, что позволяет определять приемлемое решение задачи как имеющее значение критерия, не превышающее заданное значение. Тем самым результат решения не является оптимальным в классическом понимании, а есть результат компромисса, принадлежащий множеству Парето [11].

Оптимизация в рамках принятой структуры обозначает, что «улучшение» распределения теплового излучения в системе может осуществляться только изменением геометрических или оптических характеристик участков линии зеркального отражателя. При невозможности достичь требуемого распределения потока излучения в системе для принятой структуры ее следует изменить и рассчитать геометрию системы для новой структуры, которую затем оптимизировать.

Использование в качестве инструмента оптимизации характеристик участков зеркального отражателя накладывает дополнительные требования к оптико-геометрическим моделям распределения потоков излучения:

- модели должны представляться явными зависимостями координат линии зеркала и величины потока излучения, позволяющими анализировать функции чувствительности искомого потока излучения к свойствам зеркала;

- модели должны реализовывать принцип последовательного облучения поверхности нагрева с условием: один участок облучаемой поверхности – один участок зеркальной поверхности отражателя;

- модели должны учитывать как оптические свойства теплового излучения (линейное распространение, законы отражения и преломления), так и энергетические (закон обратных квадратов для точечного источника излучения).

Пример такой модели приведен на рис. 2 а, здесь каждый участок линии зеркала отражает излучение от источника на «свой» участок

облучаемой поверхности. В отличие от рис. 2 а, на рис. 2 б приведена схема отражения, в которой один участок поверхности облучается перекрестно отраженным излучением нескольких участков линии зеркала.

Использование моделей для построения зеркал последовательного облучения участков поверхности инфракрасного нагрева позволяет определять коэффициенты чувствительности потока излучения, падающего на участок поверхности облучения, к геометрическим, оптическим и тепловым параметрам системы, в частности, к параметрам соответствующего участка зеркала. При этом следует иметь ввиду, что геометрическое представление о тепловом взаимодействии участка зеркала и соответствующего участка облучаемой поверхности и фактическое тепловое взаимодействие не совпадают, а только коррелируют (см. рис. 3). Оптические модели представляют распределение потока отраженного от  $i$ -го участка линии зеркала излучения по облучаемой поверхности ступенчатой зависимостью  $q_i(x)$ , в которой величина ступеньки определяется углом  $\alpha_i$  падения отраженного излучения источника от участка зеркала и длиной  $l_i$  оптического луча, представленной суммой расстояний от источника до участка зеркала и от участка зеркала до участка поверхности отражения («ступеньки» 4 и 5 на рис. 3):

$$q_i(x) = \begin{cases} q(\alpha_i, l_i) = \text{const} & \text{если } x_i \leq x \leq x_{i+1}, \\ 0 & \text{если } x < x_i \vee x > x_{i+1}. \end{cases}$$

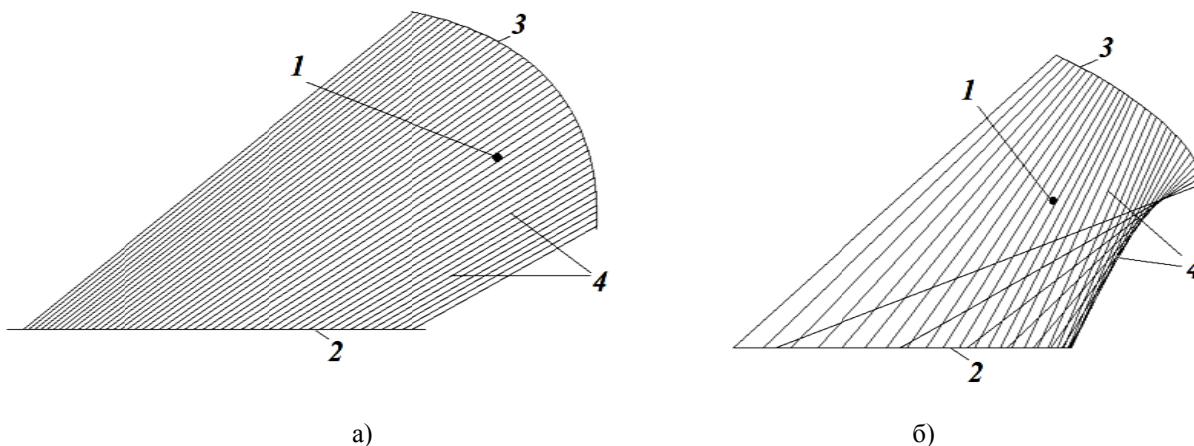


Рис. 2. Зеркальные поверхности, последовательно облучающая поверхность инфракрасного нагрева (а) и перекрестно облучающая (б): 1 – источник теплового излучения; 2 – облучаемая поверхность; 3 – поверхность зеркального отражателя; 4 – направление отраженных лучей

В тепловой модели излучение, отраженное от  $i$ -го участка линии зеркала распределяется по всей длине поверхности облучения в виде нелинейной зависимости, центр масс которой располагается вблизи места положения  $i$ -го участка поверхности облучения (кривые 4 и 5 на рис. 3):

$$q'_i(x) = q'(\alpha_i, l_i) = \text{var.}$$

Последовательное использование при проектировании систем инфракрасного нагрева оптико-геометрической модели проектирования и тепловой модели анализа позволяет применить процедуры последовательной оптимизации, заключающиеся в последовательных приближениях к оптимальному решению путем «малых» вариаций

управляющих функций, таких как  $q'_i(x)$ . Для выполнения вариаций используют градиентные методы с переменным шагом приращения независимой переменной и методы случайного поиска. Преимуществами таких процедур являются обеспечение сходимости независимо от вида модели и возможность априорной оценки погрешности моделирования [12].

Для реализации описанной методики оптимизационного проектирования систем инфракрасного нагрева нами разработана система автоматизированного проектирования, объединяющая расчетные процедуры оптико-геометрических моделей с интерактивными

векторно-графическими представлениями проектируемых объемов и построением в них картин распространения лучей прямого и отраженного облучения нагреваемых поверхностей.

Методика проектирования применяется при разработке устройств инфракрасной сушки сельскохозяйственного сырья, «тепловых» прожекторов, а также систем инфракрасного нагрева поверхностей помещений. На рис. 4 представлен пример проектирования системы инфракрасного нагрева внутренних стен и пола помещения источниками инфракрасного излучения, размещенными под потолком.

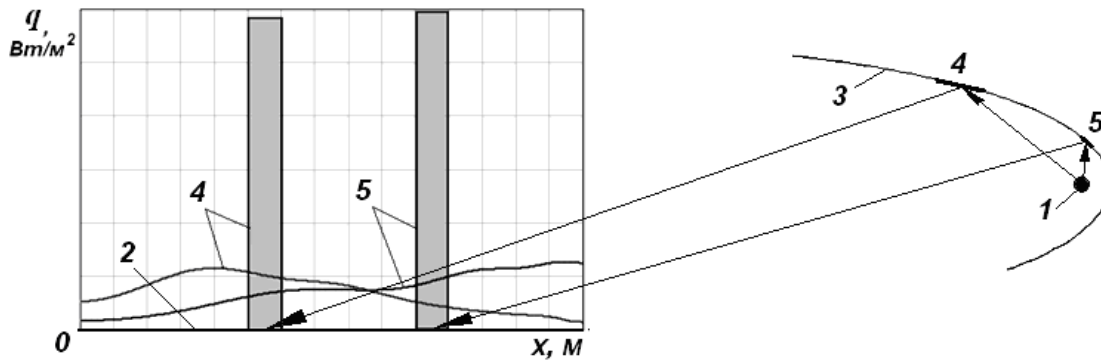


Рис. 3. Распределение потока излучения, отраженного от участка зеркала, по поверхности облучения: 1 – источник излучения; 2 – облучаемая поверхность; 3 – зеркало отражателя; 4, 5 – участки зеркала и соответствующие им распределения потока излучения по поверхности облучения.

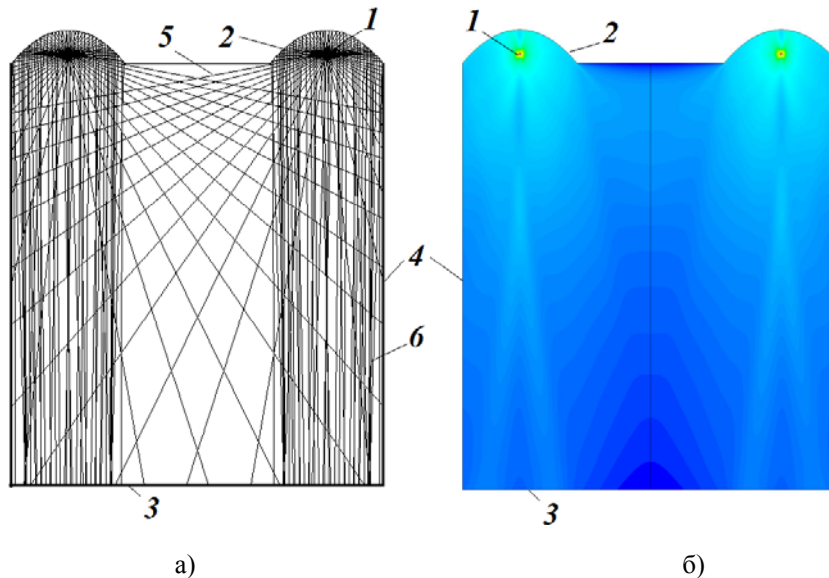


Рис. 4. Оптико-геометрическая или лучевая (а) и тепловая интенсивности потока излучения (б) картины инфракрасного обогрева стен и пола помещения: 1 – источник теплового излучения; 2 – зеркальный отражатель; 3 и 4 – пол и стены помещения; 5 – лучи прямого облучения; 6 – отраженные лучи

Источники оснащены зеркальными отражателями. На рисунке приведены трассировки лучей прямого и отраженного излучения (рис. 4 а) и картина интенсивности потока теплового излучения (рис. 4. б) для случая размещения источников в фокусе параболических зеркальных отражателей.

### Выводы

Предложена методика оптимизационного проектирования систем инфракрасного нагрева. В основе методики лежит последовательное использование оптико-геометрических моделей

проектирования, тепловых моделей анализа проектируемой системы и процедур последовательной оптимизации. Модели реализуются как численные, критериями оптимизации выступают норма сеточной функции и выборочная дисперсия отличия распределения в системе от заданного распределения.

Методика использована при проектировании устройств инфракрасной сушки сельскохозяйственной продукции и систем инфракрасного нагрева внутренних поверхностей помещений большого объема.

#### Список литературы

1. Алифанов О.М. Основы идентификации и проектирования тепловых процессов и систем: Учебное пособие / О.М.Алифанов, П.Н.Вабищев, В.В.Михайлов и др. – М.: Логос, 2001. – 400 с.
2. Стребков Д.С. Концентраторы солнечного излучения / Под редакцией академика РАСХН Д.С.Стребкова / Д.С.Стребков, Э.В.Тверьянович. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2007. – 316с.
3. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б.Айзенберга. – М.: Знак, 2006. – 972 с.
4. Справочник технолог-оптика / М.А.Окатов, Э.А.Антонов, А.Б.Байгожин и др. / под ред. М.А.Окатова. – СПб.: Политехника, 2004. – 679 с.

5. Блох А.Г. Теплообмен излучением : справ. / А.Г.Блох, Ю.А.Журавлев, Л.Н.Рыжков. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.

6. Суржиков С.Т. Вычислительный эксперимент в построении радиационных моделей излучающего газа / С.Т.Суржиков. – М.: Наука, 1992. – 157 с.

7. Элементы теории систем и численные методы моделирования процессов теплопереноса : учеб. для вузов. / В.С.Швыдкий, Н.А.Спирин, М.Г.Ладыгичев, Ю.Г.Ярошенко.–М.: Интермет Инжиниринг, 1999. – 520 с.

8. Берковский Б.М. Вычислительный эксперимент в конвекции / Б.М.Берковский, В.К.Полевиков. – М.: Изд-во ун-та, 1988. – 167 с.

9. Тюрин Ю.Н. Непараметрические методы статистики / Ю.Н.Тюрин. – М.: Знание, 1978. – 64 с.

10. Хардле В. Прикладная непараметрическая регрессия: пер. с англ. / В.Хардле.– М.: Мир, 1993. – 349 с.

11. Жуковин В.Е. Нечеткие многокритериальные модели принятия решения / В.Е.Жуковин. – Тбилиси: Мецниереба, 1988. – 72 с.

12. Баничук Н.В. Оптимизация форм упругих тел / Н.В.Баничук. – М.: Наука, 1980. – 256 с.

Zavalij A.A.

## DESIGN OF INFRARED HEATING SYSTEMS

**Summary:** The developed technique of optimization design of infrared heating systems is described in the paper. The method is based on the consistent use of opto-geometric design models, thermal analysis models of designed system and procedures of consistent optimization. The models are implemented as numerical; criteria of optimization are the norm of grid function and sample variance differences in the distribution system of a given distribution. To implement the methods a cad system was engineered to combine calculation procedures with the vector-graphic representations of the volumes projected and ray tracing for direct and indirect exposure of the heated surfaces.

**Key words:** optimization design, infrared heating.

УДК 628.355

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД НА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Салиев Э. И. \*, Штонда Ю. И. \*\*, Штонда А. Ю. \*\*, Звягинцев Ю.М. \*\*\*,

Пилявская А. В. \*\*\*\*, Злобина А. Д. \*\*\*\*

\* ФГАОУ ВО им. В. И. Вернадского АСиА, г. Симферополь, Р. Крым.

\*\* ООО "НПФ "ЭКВИК", ул. В. Хромых, д. 29, оф. 2, г. Алушта, Р. Крым.

\*\*\* ООО «НПФ ЭнергоСПЕЦпрект», ул. Пионерская, 17, оф 5, г. Алушта, Р. Крым.

\*\*\*\* АФ ГУП РК "Вода Крыма", ул. Партизанская, д. 41, г. Алушта, Р. Крым.

E-mail: saliv.en@mail.ru \*, shtonda-yurij@mail.ru \*\*, kimeriya@mail.ru \*\*\*, anastasiya\_simfer@mail.ru \*\*\*\*

**Аннотация:** Приведены результаты исследований по обеззараживанию сточных вод на существующих канализационных очистных сооружениях с использованием альтернативных источников энергоснабжения.

**Ключевые слова:** сточные воды, биологическая очистка, канализационные очистные сооружения, солнечная энергия, электроэнергия, малая гидроэлектростанция, обеззараживание.

### Введение

Эффективная работа канализационных очистных сооружений по очистке от загрязнений сточных вод является очень важной экологической и социально значимой задачей.

Устойчивая и эффективная работа канализационных очистных сооружений, зависит от качества работы систем энергоснабжения. Отсутствие электроэнергии на канализационных очистных сооружениях, более чем на два часа, приводит к гибели активного ила, и как следствие выход из работы всего комплекса биологической очистки. Поэтому, вопросы по обеспечению стабильной, надежной и эффективной работы систем энергоснабжения канализационных очистных сооружений чрезвычайно актуальны не только в России и других странах СНГ, но и во всем мире. [1-4].

### Анализ публикации

Учитывая сложившуюся ситуацию с энергоснабжением Республики Крым, предлагается внедрение энергосберегающих технологий, для устойчивого обеспечения электроэнергией комплекса объектов водоотведения, которые позволят использовать альтернативную энергию для эффективной и экологически надёжной работы канализационных очистных сооружений.

Среди возобновляемых источников энергии солнечная радиация по масштабу ресурсов, экологической чистоте и повсеместной распространенности наиболее перспективна.

Для размещения солнечных электростанций в Республике Крым наиболее приемлемо и эффективно для дальнейшего развития – побережье Азовского и Черного морей и территорий прилегающих к ним. Для строительства солнечных электростанций предусматривается использование территорий, которые непригодны для ведения

любого из видов сельского хозяйства и других видов промышленных производств.

Энергия солнечной радиации преобразуется в постоянный электрический ток посредством солнечных батарей – устройств, состоящих из тонких пленок кремния или других полупроводниковых материалов. Преимущество фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) обусловлено отсутствием подвижных частей, их высокой надежностью и стабильностью. При этом срок их службы практически не ограничен. Они имеют малую массу, отличаются простотой обслуживания, эффективным использованием как прямой, так и рассеянной солнечной радиации. Модульный тип конструкций позволяет создавать установки практически любой мощности, что делает их перспективными.

Недостатком ФЭП является их высокая стоимость и низкий КПД (в настоящее время КПД составляет 10 - 15 %).

Солнечные модули являются основными компонентами для построения фотоэлектрических систем (ФЭС) и могут быть изготовлены мощностью до 1000 и более кВт. ФЭС могут быть смонтированы в любой конфигурации, максимально учитывая рельеф местности. ФЭС разделяются на два типа: автономные (локальные) и соединенные с электрической сетью. Станции второго типа позволяют отдавать излишки электроэнергии в сеть, которая, в случае возникновения внутреннего дефицита электроэнергии, служит резервом [5, 6].

### Цель и постановка задачи исследования

Для использования альтернативных источников энергоснабжения рассмотрены действующие канализационные очистные сооружения в г. Евпатория и п. Малореченское в Республике Крым различной производительности.

### Основной раздел

Производительность канализационных очистных сооружений г. Евпатория по очистке сточных вод составляет 64000 м<sup>3</sup>/сут. Территория земли, на которой расположены канализационные очистные сооружения, составляет 45 га. Под размещение сооружений, зданий, технологических проездов, зеленых насаждений задействовано около 20 га земли, оставшаяся часть земли отведена под санитарную зону первой категории. Для размещения солнечной аккумулятивной электростанции рассматривалось использование данной территории.

Для разработки комплекса солнечной аккумулятивной электростанции (САЭС) и ветроэнергетической установки (ВЭУ) для КОС г. Евпатория, исходные данные для расчета системы электроснабжения приняты следующие:

- тип ФСМ: BSL6B-230W;
- суточное потребление энергии потребителем: 5500кВт;
- характеристики потребителя: 380В, 50Гц, количество фаз – 3, форма тока – синусоидальная;
- период эксплуатации системы: круглый год;
- интенсивность солнечного излучения принята для г. Евпатория;
- тип аккумуляторных батарей: щелочной серии KGL с газовой рекомбинацией для объектов солнечной и ветроэнергетики.

При выполнении работы по выбору и расчету электрической установки определено:

- среднее количество солнечной энергии для получения необходимого количества электроэнергии для обеспечения работы КОС;
- параметры фотоэлектрических преобразователей;
- параметры установки, площадь ФЭП;
- количество модулей;
- тип и количество аккумуляторных батарей;
- тип и количество ВЭУ (ветроэнергетическая установка).

Солнечные модули являются основным компонентом для построения фотоэлектрических систем (ФЭС). Они могут быть изготовлены с любым выходным напряжением [2, 5-7].

Комплекс солнечной аккумулятивной электростанции (САЭС) и ветроэнергетической установки (ВЭУ) работает круглосуточно, в течение всего календарного года независимо от времени суток и количества пасмурных дней, при генерировании 2590кВт в час электроэнергии. Стоимость строительства САЭС только для внутреннего потребления выработанной электроэнергии на КОС в количестве 5500 кВт в сутки, составит 8 млн. долларов США, а срок окупаемости 7 - 8 лет.

Производительность канализационных очистных сооружений в п. Малореченское по очистке сточных вод составляет в зависимости от сезона 280-800 м<sup>3</sup>/сут. Мощность (САЭС) для канализационных очистных сооружений в п.

Малореченское составляет 428,4 кВт/сут. Количество модулей – 3400 шт., общей площадью 2720 квадратных метров. Срок окупаемости составляет 10 – 12 лет. Гарантийный срок надежной работы – до 30 лет.

На данный момент, особенно актуален для эффективной очистки сточных вод на канализационных очистных сооружениях Республики Крым, вопрос эффективного обеззараживания очищенных сточных вод, которые содержат в себе, возбудителей таких опасных заболеваний как холера, дизентерия, тиф, сальмонеллез, вирусный гепатит, полиомиелит, энтеровирусные и аденовирусные инфекции, лептоспироз, бруцеллез, туберкулез, гельминтозы и другие.

Учитывая большую эпидемиологическую опасность, очистные сооружения, на которых происходит очистка сточных вод, в обязательном порядке должны иметь специальное оборудование для обеззараживания очищенной сточной воды.

На сегодняшний день в практике очистки сточных вод применяются три основных метода обеззараживания: хлорирование, озонирование и обеззараживание с помощью ультрафиолетового (УФ) излучения. Методы хлорирования и озонирования относятся к химическим методам обеззараживания. Принцип их действия основан на окислении оболочек клеток микроорганизмов, что приводит к их разрушению, и как следствие, к гибели самих микроорганизмов. Процесс обеззараживания в среднем длится 30-90 минут, что требует наличия соответствующих реакционных камер, или достаточной длины коллектора, в котором будет проходить процесс обеззараживания. Метод УФ обеззараживания относится к физическим методам. Обеззараживание очищенной сточной воды происходит в результате мгновенного повреждения клеток микроорганизмов коротковолновым ультрафиолетовым излучением. Особенно опасно УФ излучение действует на бактерии и вирусы, которые возбуждают такие опасные заболевания, как дизентерия, холера, тиф, туберкулез, вирусный гепатит, полиомиелит и другие. УФ обеззараживание сточной воды осуществляется за счёт прямого действия ультрафиолетовых лучей на клеточную и молекулярную структуру микроорганизмов, что вызывает разрушение молекул ДНК и повреждение оболочек клеток микроорганизмов, что приводит к их мгновенной гибели. Обеззараживание воды с помощью УФ излучения осуществляется без внесения в воду вредных химических соединений. Единственным условием применения метода УФ обеззараживания является правильно выбранная доза УФ облучения, т.е. количество ультрафиолетовой энергии, которая необходима для уничтожения находящихся в воде микроорганизмов [8-12]. Длительность обеззараживания составляет несколько секунд, что позволяет использовать этот

метод без применения реакционных камер или контактных резервуаров и коллекторов.

В последние годы, поднимается вопрос о необходимости полного отказа от хлорирования сточных вод при их очистке. Так, согласно действующим в Российской Федерации нормативным документам [10] по организации государственного санитарно-эпидемиологического надзора за обеззараживанием сточных вод, количество остаточного хлора в сточных водах, сбрасываемых в водоёмы, не должно превышать  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ . Но даже такое небольшое количество остаточного хлора оказывается очень токсичным для флоры и фауны водоёмов и приводит к практике полностью прекращению процессов самоочищения этих водоёмов. Беспорядочное, вызванное повышенной токсичностью следов остаточного хлора и хлораминов, диктует необходимость снижения остаточной концентрации хлора до  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ .

Учитывая общегосударственную направленность по внедрению эффективных технологий на канализационных очистных сооружениях, применение ультрафиолетового облучения для устойчивого обеззараживания позволит эффективно дезинфицировать очищенные сточные воды и исключит возможность образования в обеззараженной сточной воде опасных токсичных соединений.

Использование на канализационных очистных сооружениях для устойчивого обеззараживания очищенных сточных вод, оборудования для получения ультрафиолетового облучения, увеличивает их энергопотребление на 10-15%. Поэтапное строительство солнечных аккумулятивных электростанций и ветроэнергетических установок на канализационных очистных сооружениях позволит компенсировать увеличение энергопотребления.

Также, для компенсации увеличения энергопотребления на канализационных очистных сооружениях при использовании для устойчивого обеззараживания очищенных сточных вод, оборудования для получения ультрафиолетового облучения возможно применение свободнопоточных микрогидроэлектростанций.

Простой анализ энергетического потенциала используемых на очистных сооружениях водоотводящих каналов позволяет сделать вывод о том, что особой популярностью могут пользоваться небольшие свободнопоточные микрогидроэлектростанции (микроГЭС) единичной мощностью от 0,7 до 10 кВт. Главным достоинством таких микроГЭС является возможность их монтажа в существующем водоотводящем канале, либо по байпасной схеме рядом с водоотводящим каналом, откуда собственно и название - бесплотинные или свободнопоточные гидроэлектростанции. В случае наличия естественного перепада высот достаточной

величины (5 – 10 м) возможно применение деривационных микроГЭС.

Проведенный анализ работы оборудования для обеззараживания сточных вод на существующих канализационных очистных сооружениях с помощью УФ излучения [8, 9, 11, 12] и микроГЭС [13, 14] показывает, что в зависимости от неравномерности поступления сточных вод, микроГЭС обеспечивает на 65-80% количество необходимой электроэнергии для эффективного обеззараживания сточных вод.

Для обеспечения необходимого количества электроэнергии для эффективного обеззараживания сточных вод, при комплексном использовании микроГЭС и солнечных электростанций позволяет полностью обеспечить электроэнергией работу оборудования для обеззараживания очищенных сточных вод, а в солнечные дни, выдавать во внутреннюю электрическую сеть канализационных очистных сооружений дополнительную электроэнергию [15, 16].

### Выводы

Для обеспечения экологической безопасности прибрежной зоны Республики Крым, предлагается для устойчивого и бесперебойного обеспечения электроснабжением оборудования для обеззараживания сточных вод на существующих канализационных очистных сооружениях с помощью УФ излучения, использовать совместную работу микроГЭС и солнечных аккумуляционных электростанций, что позволит обеспечить эффективное и устойчивое обеззараживания очищенных сточных вод.

### Список литературы

1. Эпоян С.М., Штонда И.Ю., Штонда Ю.И., Зубко А.Л., Звягинцев Ю.М. Интенсификация работы малогабаритных канализационных очистных сооружений с использованием солнечной энергии. // MOTROL. - Lublin, 2010. – Vol. 12C. - P. 315-321.
2. S. Epojjan, I. Shtonda, Y. Shtonda, A. Zubko, Y. Zvyagintsev. Solar energy usage for the improvement of the treatment efficiency and operation stability at small-scale wastewater treatment plants. // MOTROL. - Lublin, 2011. – Vol. 13C. - P. 91- 96.
3. Штонда Ю.И., Салиев Э.И., Эдимов Р.Р., Зубко А.Л., Штонда И.Ю. Повышение очистки сточных вод от соединений азота на канализационных очистных сооружениях города Красноперекоска. // «Строительство и техногенная безопасность». - Сб. науч. тр. – 2012.- Вып.43. – С.97 – 101.
4. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / [Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.]; под общ. ред. В.Н. Самохина. – [2-е изд. перераб. и доп.]. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
5. Раушенбах Г. Справочник по проектированию солнечных батарей: Пер. с англ. / Под ред. М.М. Колтуна. – М.: Энергоатомиздат, - 1983.- С. 30-36.

6. Кувшинов В.В., Сафонов В.А, Стаценко И.Н. Применение солнечной энергии: метод. пособие. – Севастополь: СТУЭЭиП, - 2005. – 48 с.
7. Андреев В.М. Фотоэлектрические преобразование солнечного излучения. / В.М.Андреев, В.А. Грилихес, В.Д. Румянцев. – М.: Наука, - 1989. – С. 64-66.
8. Эпоян С.М., Штонда И.Ю. Шаляпин С.М., Шаляпина Т.С., Зубко О.Л., Штонда Ю. И. Ультрафіолетові установки для знезараження стічних вод та шляхи їх вдосконалення // Науковий вісник будівництва. - Харків. - 2015. - Вип. 1(79). - С. 237 – 241.
9. Шаляпін С.М., Штонда Ю.І., Шаляпіна Т. С. Застосування УФ опромінення для знезараження стічних вод на малих очисних спорудах. // «Водопостачання та водовідведення». – Київ – 2013. - №2/13. – С. 14-19.
10. Методологические указания МУ 2.1.5.800 – 99: Организация госсанэпиднадзора обеззараживанием сточных вод. – Минздрав России, М.- 2000.
11. Штонда Ю.И., Шаляпин С.Н., Штонда И.Ю., Шаляпина Т.С. Обеззараживание сточных вод на локальных очистных сооружениях. // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення, IX міжн. науково-практична конф.я, м. Алушта, 09-13 вересня 2013 р, Зб. наук. пр. - Харків: «Райдер». - 2013. - Т. 1. - С. 282 – 287.
12. Эпоян. С., Штонда И., Штонда Ю., Шаляпин С., Шаляпина Т., Зубко А. Обеззараживание сточных вод на локальных очистных сооружениях при использовании ультрафиолетового излучения // MOTROL. - Lublin, 2013. – Vol. 15-6. - P. 85-92.
13. Zotloterer: Smart – Energy - Systems – Режим доступа: <http://www.zotloeterer.com>.
14. Встовский А.Л., Федий К.С., Архипцев М.Г., Спирин Е.А. Система управления асинхронным генератором для возобновляемых источников энергии. Известия Томского политехнического университета. - 2014. - Т. 324. №4. = С. 133–138.
15. Штонда Ю. И., Звягинцев Ю.М. Зубко А.Л. Автономное энергоснабжение канализационных очистных сооружений в АР Крым. // «Водопостачання і водовідведення». – Київ. – 2012. - №1/12. – С. 54-57.
16. Эпоян С.М., Штонда Ю. И., Зубко А.Л. Звягинцев Ю.М. Автономное энергоснабжение КОС города Евпатория с использованием фотоэлектрических преобразователей и горизонтальных ВЭУ с асинхронными генераторами. // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. - 2012.- Вип.67.- С.270-275.

Saliev E.I., Shtonda Yu.I., Shtonda A.Yu., Zvyagintsev Yu. V.,

Pilyavskaya A.V., Zlobina A.D.

## THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES FOR THE DISINFECTION OF WASTERWATER IN SEWAGE TREATMENT PLANTS

**Summary:** The results of studies on the disinfection of wastewater from existing sewerage treatment plant with using alternative energy sources.

**Key words:** wastewater, biological treatment, sewerage treatment plant, solar energy, electricity, small hydro power plant, disinfection.

УДК 620.9

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПРЕСНОЙ ВОДЫ ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Салиев Э.И. \*, Сушкова А. Е. \*, Велиляева З. С. \*\*

\* Академия строительства и архитектуры КФУ им.В.И. Вернадского, г.Симферополь, ул. Киевская 181

\*\* ГУП РК "Вода Крыма", г. Симферополь, ул. Гурзуфская, 1а

E-mail: saliv.en@mail.ru \*, ms.camomile92@mail.ru \*\*

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемы в сфере водоснабжения полуострова Крым в условиях полного отсутствия подачи воды по системе Северо-крымского канала. Освещено техническое состояние сферы и его энергоресурсы, а также предложены варианты решения использования водных ресурсов.

**Ключевые слова:** система водоснабжения, водохранилища, использования ресурсов, водовод, реконструкции.

### Введение

Проблема водоснабжения для региона не нова, она актуальна уже на протяжении нескольких тысячелетий. Крым испытывает нехватку пресной воды из-за относительно небольшого количества осадков и бедной речной сети. Решение задачи стабильного снабжения высококачественной питьевой водой двухмиллионного населения полуострова нуждается в крайне взвешенном комплексном подходе, учитывающем множество разно-плановых факторов.

Прекращение подачи воды в Северо-Крымский канал повлекло за собой отсутствие воды в наливных водохранилищах обеспечивающих водой города Симферополь, Старый Крым, Феодосию со всеми прилегающими населенными пунктами, Судак, Керчь и практически всех населенных пунктов Ленинского района. К этим водохранилищам относятся: Межгорное объемом - 50 млн.м<sup>3</sup>; Феодосийское - 15,4 млн.м<sup>3</sup>; Фронтное - 35 млн.м<sup>3</sup>; Старо-Крымское - 3,1 млн.м<sup>3</sup>; Самарлинское объемом - 9 млн.м<sup>3</sup>; Ленинское объемом - 3,79 млн.м<sup>3</sup> и Станционное объемом - 24 млн.м<sup>3</sup>.

Кроме перечисленных, для нужд хозяйственно-питьевого назначения, используются десять водохранилищ наполняемые за счет естественного, природного стока местных источников (рек и каптажей).

Это такие водохранилища как Аянское объемом - 3,9 млн.м<sup>3</sup>; Партизанское объемом - 34 млн.м<sup>3</sup>; Симферопольское объемом - 36 млн.м<sup>3</sup>; Загорское объемом - 28 млн.м<sup>3</sup>; Счастливое объемом - 12 млн.м<sup>3</sup>; Балановское объемом - 5,7 млн.м<sup>3</sup>; Изобильненское объемом - 13,25 млн.м<sup>3</sup>; Кутузовское объемом - 2,2 млн.м<sup>3</sup>; Тайганское объемом - 13,8 млн.м<sup>3</sup> и Белогорское объемом - 23,3 млн.м<sup>3</sup>.

Следует отметить, что Симферопольское, Балановское, Кутузовское, Тайганское и Белогорское водохранилища были построены для сельскохозяйственных нужд и вода из них для хозяйственно-питьевого назначения используется только частично.

Объем водохранилищ естественного стока в Республике Крым, в целом, составляет около 250 млн.м<sup>3</sup>. Большая часть из них используются для полива. Общий объем используемой потребителями полуострова пресной воды в хозяйственно-питьевых нуждах составляет около 105 млн.м<sup>3</sup>/год. Необходимо досконально изучить данный вопрос и максимально использовать ресурс наливных водохранилищ на нужды хозяйственно-питьевого назначения.



Рис. 1 Схема водоснабжения и водоотведения Республики Крым

### Анализ публикаций

Рассматривая использование ресурса наливных водохранилищ для хозяйственно-питьевых нужд хочется отметить большой потенциал Загорского водохранилища которое используется в размере около 10 % для водоснабжения г. Ялты. В то же время географическое расположение Загорского водохранилища с его огромной водосборной площадью способствует достаточно обильному притоку. Учитывая, что быстрое водохранилища находится в аварийном состоянии, возникает необходимость при эксплуатации водохранилища держать уровень воды на 1,5...2 млн.м<sup>3</sup> ниже проектного уровня. В связи с этим из донного

выпуска ежесуточно на протяжении 4-5 месяцев в году приходится сбрасывать более 1 млн.м<sup>3</sup> воды в сутки. Для использования потенциала Загорского водохранилища предлагается построить водовод от водохранилища до Партизанского гидроузла через г. Бахчисарай и до Вилинского водозабора. Строительство водовода до Партизанского гидроузла позволит, самотеком без затрат электроэнергии, подать дополнительный объем воды на г. Симферополь, что решит вопрос по дефициту воды в Межгорном водохранилище ранее заполняемым днепровской водой. Строительство водовода до Вилинского водозабора позволит также самотеком при необходимости подать определенный объем воды на г. Севастополь и на Межгорненский гидроузел по существующему трубопроводу предусматривающему подачу воды из Межгорненского гидроузла на г. Севастополь. Для справки: на г. Севастополь подается с подземных источников Вилинского водозабора до 20 тыс. м<sup>3</sup>/сут. воды, в засушливый период из Межгорного гидроузла подается до 40 тыс. м<sup>3</sup>/сут. воды.



Рис. 2 Схема строительства водовода от Загорского водохранилища

Рассматривая использование ресурса группы водохранилищ находящихся в Белогорском районе, это Белогорское, Тайганское и Балановское водохранилище общим объемом 42,8 млн.м<sup>3</sup>, следует отметить, что на сегодняшний день ресурс Тайганского водохранилища используется в хозяйственно-питьевых нуждах только на 3% для водоснабжения пос. Зуя и предлежащих населенных пунктов. После прекращения подачи днепровской воды из Белогорского и Тайганского водохранилища осуществлялся сброс воды в объеме до 260 тыс. м<sup>3</sup>/сут. через реку Биюк-Карасу в Северо-Крымский канал, откуда вода поступала в Феодосийское и Станционное водохранилище для обеспечения водой потребителей городов Судак, Феодосия, Керчь и населенных пунктов Ленинского района. При этом потери подаваемой воды с учетом фильтрации при транспортировке по каналу и в водохранилищах превышают 60 %. Географическое

расположение данных водохранилищ способствует аккумулярованию воды по показателям близким к стандартам питьевой воды. При использовании донного забора воды достаточно проводить обеззараживание воды для доведения ее до требуемых норм стандартов и подачи потребителю. В Республике Крым примеры такого использования источников имеются. В связи с этим предлагается построить водовод от данных водохранилищ до господствующей точки водовода Феодосия-Судак для обеспечения потребителей Феодосийско-Судакского региона питьевой водой. При этом предполагается значительное сокращение энергозатрат для подачи воды в данные населенные пункты и значительное сокращение потерь ресурса пресной воды. Можно также рассмотреть вопрос строительства водовода от данной группы водохранилищ до гидроузла очистных сооружений Феодосии с дальнейшей прокладкой трубопровода на г. Керчь и населенные пункты Ленинского района. Для справки: для обеспечения водой потребителей Феодосийско-Судакского региона, г. Керчи и Ленинского района необходимо около 220 тыс. м<sup>3</sup> воды в сутки. Дебет рассматриваемых водохранилищ составляет около 200 тыс. м<sup>3</sup> воды в сутки.



Рис. 3 Схема использование водохранилищ Белогорского района

Собственные запасы воды Южного берега Крыма крайне невелики. Это связано с тем, что большинство горных источников открываются на северных отрогах Крымских гор. Кроме того, на Южном берегу очень трудно расположить крупные водохранилища, способные эффективно собирать паводковые воды. Основными источниками водоснабжения Большой Алушты является Изобильненское водохранилище, поверхностные местные источники: «Узень-Баш» и «Джур-Джур», подземные источники: группа каптажей «Вереси», ряд каптажей расположенных высоко в горах на отметках до и выше 700 м над уровнем моря из которых подается вода на многочисленные поселения Большой Алушты расположенных в горах.

### Цель и постановка задачи

Постоянным дефицитом ресурса пресной воды всегда отличались Алушта и Алуштинский регион. Многолетние наблюдения показывают, что Изобильненское водохранилище с проектной мощностью 13,25 млн. м<sup>3</sup> ежегодно в среднем заполняется только на 6...7 млн. м<sup>3</sup>, например, в курортный сезон 1994 года наблюдалось падение уровня воды в водохранилище до мертвого объема, вода в город подавалась из расчета 20 литров на человека и развозилась автоцистернами. Местные источники и каптажи несут сезонный характер и начинают работу в середине февраля и практически к концу мая высыхают. Однако необходимо учесть, что Алуштинский регион является курортным и потребление воды в летние курортные месяцы возрастают до 5...6 раз, а в некоторые годы и до 10 раз. Возникает необходимость очень рационального использования водных ресурсов.

### Основной раздел с результатами и их анализом

На сегодняшний день кроме Изобильненского водохранилища одним из значительных источников водоснабжения г. Алушты является источник Джур-Джур. Многолетний опыт эксплуатации источника показывает, что дебет его колеблется в пределах от 20 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в максимальный период до 500 м<sup>3</sup>/сут. в зависимости от сезона.



Рис. 4 Схема использования источников водоснабжения г. Алушты

Подача воды с источника Джур-Джур в город Алушту осуществляется самотеком по стальному водоводу длиной 20 км, диаметром 250...500 мм., большая часть водовода проложена вдоль берега моря находится в крайне неудовлетворительном состоянии, что вызывает большие повреждения водовода после каждого шторма. В пиковый период работы источника в г. Алушта по нему подается до 5 тыс. м<sup>3</sup>/сут., что составляет 30 % от необходимого объема подачи воды на город. Попутно водой обеспечиваются населенные пункты и потребители рекреационной группы, находящиеся вдоль всего побережья. В летний период, потребителям получающим воду из данного водовода, вода подается реверсом с Изобильненского гидроузла.



Рис. 5. Стальной водовод длиной 20 км, диаметром 250-500мм

Для максимального использования дебета источника предлагается произвести рекон-струкцию водовода длиной 20 км с увеличением диаметра трубопровода и реконструкцией водозабора для использования подрусловых течений в засушливый период, а также строительство 2-х резервуаров чистой воды по 3000 м<sup>3</sup> на площадке гидроузла Генеральское. Это позволит обеспечить бесперебойную подачу воды на город в объеме 10 тыс. м<sup>3</sup>/сут. и стабильное обеспечение водой всех попутных потребителей.

### Вывод

Рассматриваемые предложения отражают небольшую часть возможности использования водных ресурсов пресной воды полуострова. Этот вопрос безусловно требует глубокого изучения и при достаточно серьезном подходе к нему можно надеется на максимальное использование данного ресурса для хозяйственно-питьевого водоснабжения потребителей Крыма.

### Список литературы

1. СНиП 2.04.02-84 « Водоснабжение. Наружные сети и сооружения »
2. СП31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения » (Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*)
3. Заволодько Н.Н., Тимченко З.В., Новик В.А., Хромова Р.Н. 2003. Водное хозяйство Крыма: История развития, современное состояние-Симферополь, Доля, -80.
4. Салиев Э.И. Анализ состояния системы водоснабжения и водоотведения и качество, как основное свойство / Э.И. Салиев, И.В. Николенко, Э.У. Гаффарова // Научно-визісникбудівництва. – Харків: Харківський національний університет будівництва та архітектури. – 2012. – № 71. – С. 285–298
5. Ильин Ю.А. Показатели надежности трубопроводов водопроводной сети. В кн.: "Вопросы надежности систем водоснабжения" // Ю. А. Ильин / Сб. трудов МИСИ, 1978. – № 170. – С. 61–69
6. Салиев Э.И. 2007. Модернизация системы водоснабжения на основе комплексной оценки

проблемы и средств применимых в ее решении. // ЭСТА.-2007. №6-С.26-3

7. Салиев Э.И. Проблемные вопросы водоснабжения и водоотведения региона / Э. И. Салиев, Н. А. Сыч // Управление современным городом. - 2006. - № 3-4 / 7-12 ( 23-24 ). - С.71-79.

8. Кравченко В.А. Предложения по изменению организационно - правовой структуры предприятий Кравченко В.А. Предложения по изменению организационно водопроводно-канализационного хозяйства Автономной Республики Крым /В. А. Кравченко, Д. В. Левицкий, Э. И. Салиев // Сб. доп. Междунар. конгресса « ЭТЭВК -2007».- Симферополь, 2007. - С.372-385 .

9. Салиев Э. И. Механизмы реализации государственной политики в сфере водоснабжения в Автономной Республике Крым :автореф. дис. ... канд. наук : 25.00.02 / Э. И. Салиев. — К. : Национальная академия государственного управления при президенте Украины, 2008. — 20 с.

10. Салиев Э. И. Водные перспективы Крыма / Э. И. Салиев // Житлово-Комунальне Господарство України. — 2009. — № 1 (14). — С. 42.

11. Салиев Э. И. Регулирование развития инфраструктурной отрасли Автономной Республики Крым / Э. И. Салиев // Актуальные проблемы государственного управления на новом этапе государства: материалы науч. -практ. конф. за междунар. участием, г. Киев, 31 май. 2005 : в 2 т. / Под общ. ред. В. И. Лугового, В. М. Князева. - М. : Изд-во НАГУ, 2005. - Т. 2. - С. 97-98 .

12. Салиев Э. И. Участие сообществ в жизнеспособной эксплуатации и содержании систем водоснабжения на селе (Крымский опыт) / Э. И. Салиев // Вода і водоочисні технології. — 2006. — № 2 (18). — С. 42—48.

13. Салиев Э.И. Единственная водная региональная компания : "за" и "против" / Э. И. Салиев // Упр .совр. городом . - 2005. - № 3-4 / 7-12 (19-20) . - С. 228-234 .

Saliev E.I., Sushkova A.E., Velilyaeva Z.S.

## POSSIBILITIES OF FRESHWATER RESOURCES USAGE FOR CENTRALIZED WATER SUPPLY OF THE REPUBLIC OF CRIMEA

**Summary.** In the article problems are considered in the field of water-supply of the Crimea in the conditions of complete absence of water supply along the North Crimean channel. Here are described technical state of the field and its power resources and also are offered options for solution of water resources usage.

**Keywords:** water-supply system, water storage reservoirs, resources usage, water conduit, reconstructions

УДК 69.003:620.9

## ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Цопа Н.

Академия Строительства и Архитектуры КФУ им.В.И.Вернадского,г.Симферополь, ул. Киевская 181

E-mail: Natasha-ts@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности управления энергосбережением в инвестиционно-строительном комплексе. Рассмотрена сущность феномена инвестиционно-строительного комплекса. Выделены основные задачи и функции управления энергосбережением в инвестиционно-строительном комплексе. Предложен механизм управления энергосбережением на основании исследования особенностей энергосбережения и определения эффективных рычагов управления процессом экономии энергетических ресурсов в строительстве.

**Ключевые слова:** ресурсы, энергетические ресурсы, энергосбережение, строительство, строительная отрасль, строительная деятельность, инвестиционно-строительный комплекс.

**Введение**

В условиях динамично развивающихся рыночных отношений одним из основных факторов конкурентоспособности отечественных предприятий инвестиционно-строительного комплекса (ИСК) в долгосрочной перспективе является наличие эффективной системы управления, ориентированной на обеспечение устойчивого и равномерного развития на основе применения механизма энергосбережения. Поэтому оценка эффективности бизнеса должна базироваться не просто на динамике прибыли или доли рынка, а на комплексной оценке эффективности использования имеющихся ресурсов. Большинство субъектов ИСК в своей деятельности используют производственные (материалы, изделия, конструкции, узлы, основные фонды), непроизводственные (жилые дома, объекты культуры, здравоохранения и инфраструктуры) и природные ресурсы (минеральное и вторичное сырье, водные ресурсы и энергетические ресурсы). Проблематика энергосбережения в строительстве активно разрабатывается в последние годы, что связано с высокой энергоемкостью производства и экологическими последствиями, возникающими при добыче топливно-энергетических ресурсов.

**Анализ публикаций, материалов, методов**

Исследованием проблем энергосбережения занимались такие ученые как В.Н. Авдеенко, В.А. Котлов [1], А.Г. Аганбегян [2], Б.Т. Клияненко [3]. Наибольший вклад в изучение феномена инвестиционно-строительного комплекса внесли: А.Н. Асаул [4], В.В. Бузырев [5], И.П. Нужина [6], Л.А. Каверзина [7], К. Залман [8] и др. Вместе с тем большинство работ данных ученых посвящено использованию энергетических ресурсов промышленными предприятиями. Однако практической реализации предложений, а также синтезу подходов к управлению энергосбережением в инвестиционно-строительном комплексе уделено недостаточное внимание, так как недостаточно разработанными остаются вопросы

использования энергетических ресурсов в этом комплексе.

**Цель и постановка задачи исследования**

Целью данной научной работы является формирование механизма управления энергосбережением в ИСК, на основании исследования особенностей энергосбережения и определения эффективных рычагов управления процессом экономии энергетических ресурсов в строительстве.

В соответствии с поставленной целью в работе решаются следующие задачи: рассмотрена сущность феномена инвестиционно-строительного комплекса (ИСК); выявлены направления энергосбережения в ИСК; выделены основные задачи и функции управления энергосбережением в инвестиционно-строительном комплексе.

**Основной раздел с результатами и их анализом**

Как показывают результаты анализа научной литературы, проблема разработки механизмов управления энергосбережением предприятий различных отраслей не нова. Рассматривая же инвестиционно-строительный комплекс, следует уточнить, что в него включаются не только субъекты строительного комплекса, но и другие учреждения, связанные с инвестированием, развитием и эксплуатацией зданий, сооружений и других объектов строительства. Понятие «строительный комплекс» пришло на смену термина «строительная отрасль». Как отмечает проф. Асаул А.Н., строительный комплекс больше соответствует современному пониманию объекта управления и «представляет собой совокупность отраслей, производств и организаций, характеризующуюся тесными устойчивыми экономическими, организационными, техническими и технологическими связями в получении конечного результата – обеспечении производства основных фондов народного хозяйства» [4]. Строительный комплекс осуществляет весь цикл работ по созданию строительных объектов - от проектирования до ввода их в действие с

необходимой для этого строительной базой и производством специальных видов материальных ресурсов.

В отличие от строительного комплекса, ИСК включает в себя три составные подсистемы: инвестиционную, строительную, научно-исследовательскую и проектно-изыскательную. Инвестиционная подсистема (ИП) ИСК включает в себя инвесторов различных форм собственности, заинтересованных во вложении денежных средств и других активов в инвестиционные проекты; банковский сектор, целью которого является финансирование инвестиционных потребностей; страховые компании, которые необходимы для страхования предпринимательских рисков участников ИСК; девелоперов, деятельность которых состоит в разработке концепции объекта недвижимости.

Основу ИСК составляет строительная подсистема (СП), которая охватывает предприятия строительного комплекса. В состав строительного комплекса входят строительство (строительное производство), промышленность строительных материалов (включая производство строительного стекла и санитарно-технического оборудования), промышленность строительных конструкций (сборный железобетон, конструкции из металла и дерева). Строительное производство представлено подрядными строительными организациями. Развитие и углубление специализации строительного производства, последовательная его индустриализация приводят к разделению строительства на подотрасли и формированию соответствующих организационно-обособленных систем подрядного строительства (транспортное, трубопроводное, сельскохозяйственное, водохозяйственное, энергетическое строительство). Непосредственно строительство, или строительная индустрия, - крупная отрасль экономики, которая наряду с машиностроением обеспечивает создание и ускоренное обновление основных фондов. На его долю приходится свыше 70% стоимости продукции и численности занятых, до 50% стоимости основных фондов строительного комплекса.

Строительный комплекс России представляет собой развитую систему строительных производств, дифференцированных по отраслям, подотраслям и отдельным предприятиям. К основным отраслям комплекса относят: цементную промышленность, промышленность асбестоцементных изделий, промышленность мягких кровельных и гидроизоляционных материалов, промышленность сборных железобетонных и бетонных конструкций и изделий, промышленность стеновых материалов, производство строительного кирпича и керамической черепицы, промышленность строительной керамики, промышленность нерудных строительных материалов, щебня, гравия,

строительного песка, промышленность теплоизоляционных материалов, асбестовую промышленность и др.

Научно-исследовательская и проектно-изыскательная подсистема (НИПИП) ИСК состоит из научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций, а также проектно-изыскательных институтов.

В инвестиционно-строительном комплексе энергосбережение представляет собой метод хозяйствования, который включает комплекс технических, технологических и организационных мероприятий, направленных на рациональное использование энергетических ресурсов и обеспечения растущей потребности в них за счет экономии.

При этом резервами энергосбережения являются максимальные потери топлива, тепловой, механической и электрической энергии на уровне установки, строительного процесса в целом, которые возможно предотвратить при использовании соответствующих энергосберегающих мероприятий.

Энергосбережение может быть реализовано по двум направлениям. Первый формирует динамику энергопотребления путем непосредственных изменений расходов топливно-энергетических ресурсов на единицу выполненных строительными работами за счет уменьшения их материалоемкости. Это осуществляется путем перехода на новую технику или новые технологии или вследствие прямой замены более энергоемких видов работ менее энергоемкими. Такое направление является активной формой энергосбережения. Второй, наоборот, создает энергосберегающий эффект не целенаправленными изменениями качественных параметров и без каких-либо изменений энергоемкости, а путем простого наращивания доли менее энергоемкого строительного производства в общем объеме СМР. Это является пассивной формой энергосбережения.

Энергосберегающие мероприятия классифицируются по различным признакам: виду энергетического ресурса, принадлежности к конкретным энерготехнологическим системам, ожидаемой экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и прочее. Тем не менее, в каждом случае энергосберегающие мероприятия, которые рекомендуют к внедрению, делятся на:

- организационно-технические, предполагающие повышение культуры производства, наведение должного порядка в энергохозяйстве, строгое соблюдение номинальных режимов эксплуатации, обеспечение оптимального уровня загрузки строительной техники, своевременное выполнение наладочных и ремонтно-восстановительных работ;

- инвестиционные (техничко-технологические), связанные с замещением морально устаревших производственных мощностей, внедрением

современной энергоэффективной техники, модернизацией технологических процессов и технологий.

Практический опыт показывает, что реализация энергосберегающих мероприятий выполняется собственниками, как правило, в два этапа, в строгом соответствии с объемами необходимых финансовых вложений. В первую очередь, снижение энергоемкости строительно-монтажных работ достигается за счет организационно-технических мероприятий с минимальными сроками окупаемости. Напротив, энергосберегающие мероприятия, требующие значительных инвестиций, даже высокоэффективные, чаще всего согласуются между собой в рамках программ технического перевооружения и обуславливаются не всегда четкими перспективами производственной деятельности. По этой причине их реализация очень часто откладывается на неопределенное время. Однако, если сложности реализации организационно-технических мероприятий

ограничиваются отсутствием заинтересованности эксплуатационно-производственного персонала, то проблемы дорогих проектов становятся проблемами владельцев.

Более высокая ценность организационно-технических мероприятий определяется не только проблемами практической реализации инвестиционно-строительных проектов, но и более высокими показателями роста энергоэффективности. По данным различных отечественных и иностранных источников, примерно 50 - 70% реализованных возможностей энергосбережения приходится на малозатратные и, в первую очередь, организационно-технические мероприятия и экономические методы решения проблем экономии энергетических ресурсов, которые получили широкое распространение в мировой практике. Задачи и функции управления энергосбережением при использовании экономических методов в инвестиционно-строительном комплексе представлены на рис. 1.



Рис. 1. Основные задачи и функции управления энергосбережением в инвестиционно-строительном комплексе

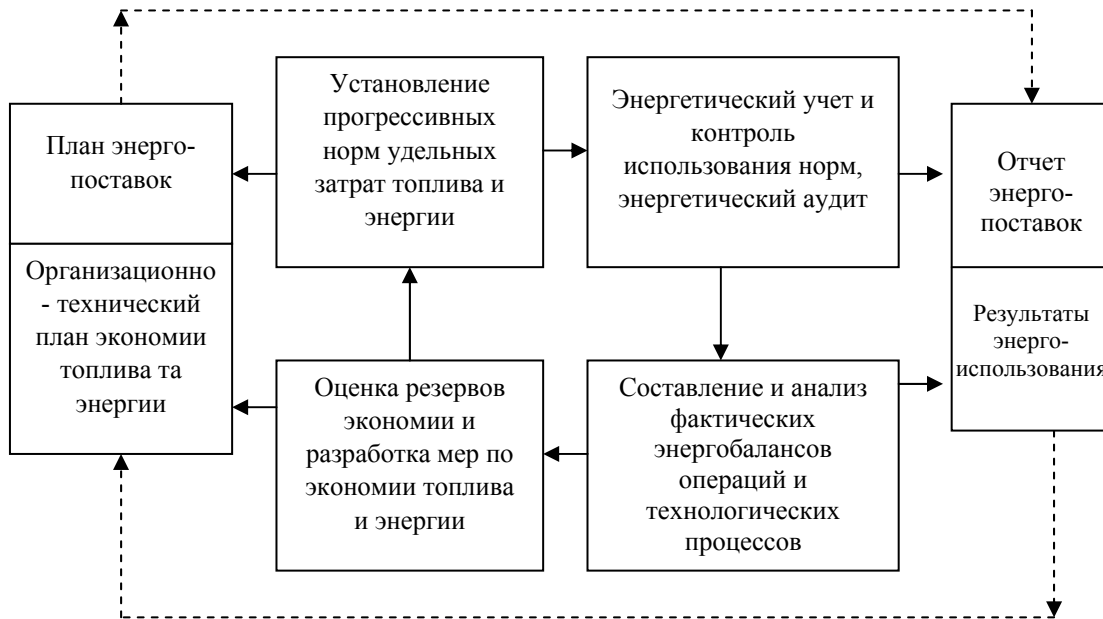


Рис. 2 Схема комплекса работ по экономии энергии при нормировании, планировании, учете и анализе энергоиспользования на предприятиях ИСК

Разработанный механизм управления энергосбережением (УЭ) в ИСК включает в себя четыре основные составляющие: задачи, рычаги и функции УЭ, а также функции энергоиспользования.

При этом важная роль отводится системе нормирования энергопотребления, что связано с энергетическим учетом, контролем и анализом энергопотребления и образует вместе с ними комплексную систему работ, планомерно проводимых и периодически повторяются, и обеспечивают эффективное использование энергоресурсов.

Схематично такая последовательность работ и их круговорот во времени и в ее связях с планированием энергопотребления и определения результатов энергоиспользования, представлена на рис. 2.

Разработка и внедрение в практику работы предприятий ИСК различных способов и методов экономии энергии является предметом многочисленных специальных научно-исследовательских работ. Так, Короленко А.Б. предлагает в качестве инструмента формирования обоснованного уровня электропотребления интегральный показатель равномерности (ритмичности) процесса производства на основных технологических процессах [9]. Для предприятий ИСК этот показатель можно рассчитать на основе сопоставления комплекса частных показателей равномерности, характеризующих выполнение основных показателей планового задания строительномонтажной организации:

$$R_i^{III} = \sqrt[n]{r_1 \cdot r_2 \cdot r_3 \cdot \dots \cdot r_n}, \quad (1)$$

где  $R_i^{III}$  – интегральный показатель равномерности процесса строительного производства  $i$ -го подразделения;  $r_1 - r_n$  – показатели равномерности процесса строительного производства (объемов, качества продукции, равномерности выполнения СМР).

Снижение уровня энергопотребления обеспечивается за счет резервов относительных отклонений показателей равномерности производственного процесса в основных технологических подразделениях. Резерв возможного повышения равномерности определяется как разница между максимально достигнутой и фактической равномерностью:

$$R_{резерв} = R_{max} - R_{ф} \quad (2)$$

Для непосредственной оценки влияния равномерности на уровень электропотребления разработаны корреляционно-регрессионные модели, устанавливающие зависимость между удельными затратами энергии в основных производственных подразделениях строительных предприятий и комплексом факторов (природных, человеческих, вещественных, организационно-технических) в которых введен интегральный показатель равномерности соответствующего подразделения. На основе предложенного механизма выявлены резервы снижения электропотребления и разработан действенный механизм материального стимулирования за экономию энергетических ресурсов, но, к сожалению, другие энергоресурсы этим автором не рассмотрены.

Кондратенко Н.А. предлагает другой метод управления процессами энергосбережения, который основан на выравнивании потребления электрической энергии за счет изменения графика работы группы предприятий, их производственных подразделений, перевод работы энергоемкого оборудования на время минимальной нагрузки энергосистемы [10]. Критерием оптимальности при этом будет минимизация функции отклонения общего потребления энергии крупными потребителями от среднего значения.

Среднее часовое потребление энергии несколькими потребителями в этих условиях может быть рассчитано с помощью выражения

$$\bar{q} = \frac{\int_0^{24} \sum_{j=1}^m q_j(t) dt}{24}, \quad (3)$$

где  $j=1 - m$  – количество предприятий, подразделений, или одновременно энергоемких, крупно габаритных изделий, изготавливаемых.

Среднесуточное отклонение может быть определено по формуле

$$\bar{D} = \frac{\int_0^{24} \left| \sum_{j=1}^m q_j(t, t_{0j}) - \bar{q} \right|}{24}, \quad (4)$$

где  $t_{0j}$  – уменьшение времени начала работы для предприятия (подразделения), или начала графика изготовления  $j$ -ой энергоемкой продукции.

Нахождение параметров  $t_{0j}$  для каждого из элементов рассматриваемой системы, которые бы минимизировали разработанную функцию, представляются весьма актуальной задачей механизма энергосбережения и решается методами линейного программирования.

Отметим, что энергосбережением необходимо управлять не только при производстве строительных конструкций и материалов предприятий ИСК, но и непосредственно в процессе строительного производства, то есть при возведении промышленных, транспортных, сельско-хозяйственных, жилищных, социальных и культурно-бытовых объектов. В последнее время при возведении различных объектов в ИСК активно применяются энергосберегающие мероприятия. Чаще всего используется тепло солнечной радиации, усиление герметичности и теплозащиты ограждающих конструкций, монтаж вакуумных стеклопакетов. Наиболее часто используемым способом энергосбережения в строительстве является теплоизоляция.

### Выводы

Предложенный в данной работе механизм управления энергосбережением в ИСК, на основании проведенного исследования особенностей энергосбережения позволил определить эффективные рычаги управления процессом экономии энергетических ресурсов в строительстве. Механизм управления энергосбережением в ИСК включает в себя четыре основные составляющие: задачи, рычаги и функции УЭ, а также функции энергоиспользования. Дальнейшего исследования заслуживают вопросы, связанные с разработкой и внедрением в практику работы предприятий ИСК конкретных способов и методов экономии энергии.

### Список литературы

1. Авдеенко, В.Н. Производственный потенциал промышленного предприятия [текст] / В.Н. Авдеенко, В.А. Котлов. – М.: Экономика, 1989. – 245 с.
2. Интенсификация и эффективность социалистического производства [текст] / А.Г. Аганбегян, Л.И. Абалкин, Г.М. Сорокин и др.; под ред. Г.М. Сорокин; АН СССР, Ин-т экономики. - М.: Наука, 1988. - 405 с.
3. Клияненко, Б.Т. Роль системы «управления по результатам» в эффективном использовании производственных ресурсов [текст] / Б.Т. Клияненко, В.В. Макаров, В.Н. Яценко // Экономика. Менеджмент. Підприємництво. – Луганськ - 2000. - № 2. - С. 24-26.
4. Асаул, А.Н. Феномен инвестиционно-строительного комплекса или сохраняется строительный комплекс страны в рыночной экономике: моногр. [Электронный ресурс] / Анатолий Асаул. – Режим доступа: <http://www.aup.ru/books/m65/> (дата обращения: 10.09.2015).
5. Бузырев, В.В. Методология комплексного подхода к управлению развитием строительных предприятий в условиях экономического спада [текст] [Электронный ресурс]. // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2009. - Выпуск № 2. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-kompleksnogo-podhoda-k-upravleniyu-razvitiem-stroitelnyh-predpriyatij-v-usloviyah-ekonomicheskogo-spada> (дата обращения: 10.09.2015).
6. Нужина, И.П. Региональный инвестиционно-строительный комплекс как система и объект эколого-экономического регулирования [текст] / И.П. Нужина // Вестник Томского государственного университета. – 2009. - № 319. – С. 145-150.
7. Каверзина, Л.А. Методологический подход к оптимизации функционирования регионального инвестиционно-строительного комплекса [текст] [Электронный ресурс] // Проблемы современной экономики. Евразийский международный научно-аналитический журнал. – 2007. -№ 4 (24). – Режим доступа: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=1756> (дата обращения: 10.03.2015).
8. Sahlman, K. Elements of strategic management of technology: a conceptual framework of enterprise practice / K. Sahlman, H. Naapasalo // Int. Journal of Synergy and Research. – 2012. - Vol. 1, issue 1. – P. 57-76.
9. Короленко, О.Б. Організаційно-економічний механізм управління рівнем електроспоживання в умовах гірничо-збагачувальних підприємств: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.06.01 [текст] / О.Б. Короленко - Кривий Ріг: Криворізький технічний ун-т., 2004. - 20 с. - укр.
10. Кондратенко, О.Б. Удосконалення організації управління процесами енергозбереження: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.02.03 / Н.О. Кондратенко [текст] / - Х.: Харківський національний ун-т ім. В.Н.Каразіна, 2005. - 20 с. - укр.

Tsopa Natalya Vladimirovna

## FEATURES OF ENERGY SAVING MANAGEMENT IN INVESTMENT-BUILDING COMPLEX

**Summary.** The article discusses the features of energy-saving management in the investment and building complex. Essence of the phenomenon of investment and building complex were considered. The main objectives and functions of the energy-saving management in the investment and building complex were substantiated. The mechanism of energy saving management in the investment and building complex were proposed. The effective controls for energy savings process that based on the researches of the energy savings were identified.

**Key words:** resources, energy resources, energy conservation, building, building branch, building activity, investment and building complex.

УДК 699.86

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ КОНСТРУКЦИЯ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТЕПЛЕНИЯ БЛОКАМИ ИЗ ПЕНОСТЕКЛА

Шаленный В. Т. \*, Романенко Т. Н. \*\*, Лесникова Е.И.\*\*\*

Академия строительства и архитектуры, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, ул. Киевская 181

E-mail: v\_shalennyj@mail.ru\*, tatjana.51@mail.ru\*\*, katy.les@mail.ru\*\*\*

**Аннотация.** Работа посвящена анализу свойств современных утеплителей, рассмотрению новых материалов утеплителя и возможности применения пеностекла как утеплителя с большим сроком эксплуатации. Показан новый возможный способ крепления плит пеностекла с помощью углепластиковых кронштейнов а также экономическая эффективность данного способа утепления. Главное достоинство новой модели – долговечность конструкции утепления фасадов зданий, эффективность применения ее в прибрежных районах с повышенной и агрессивной атмосферной средой.

**Ключевые слова:** теплоизоляционные материалы, системы утепления, углепластиковые кронштейны, пеностекло.

### Введение

В настоящее время в России действует ряд нормативно-технических документов, направленных на решение задач энергосбережения и снижения других затрат в строительстве и эксплуатации зданий. В соответствии с требованиями, установленными в этих документах, традиционные строительные однослойные конструкции (железобетон, кирпич, и даже дерево) не способны обеспечить требуемое значение термического сопротивления [1]. Оно достигается лишь с применением конструкций стен с многослойной структурой. Многослойные стены современных зданий выполняются со средним слоем из эффективных волокнистых и плитных утеплителей, которые не всегда соответствуют требованиям долговечности (не более 15–25 лет). Исходя из этого, на строительном рынке появилась масса новых видов утеплителей, которые создали конкуренцию минеральной вате и пенополистиролу [2]. Со временем требования к расчетному сопротивлению теплопередачи ограждающих конструкций ужесточались и к настоящему времени имеют следующие показатели для некоторых городов России и соседних стран (рис. 1) [3,4].

### Анализ публикаций

Все большее внимание как исследователей, так и практиков привлекает пеностекло – неорганический силикатный материал ячеистой структуры. Технические характеристики плитного пеностекла: плотность - не более 180 кг/м<sup>3</sup>; диапазон рабочих температур - от -260 до +485 С; теплопроводность - не более 0,076 Вт/(м\*К); предел прочности при сжатии - не менее 0,7 МПа; водопоглощение по объему - не более 5%; размер стандартного блока -

400x475 мм, толщина 60,80,100 и 120 мм; материал является негорючим; экологически чистый; не взаимодействует с агрессивными веществами; частично поглощает радиацию [5]. Специалисты завода-изготовителя «Гомельстекло» разработали типовую технологическую карту на производство работ по утеплению фасада данным материалом (ТТК №887/6Т-2003) [6].

Имеются предложения специалистов и нашего университета по использованию пеностекла в вентилируемых фасадных системах [7,8,9]. Однако системы вентилируемого фасада существенно дороже систем «скрепленной» теплоизоляции с отделкой легкими штукатурками. И, к сожалению, не разрешенной проблемой там является механическое крепление утеплителя путем дюбелирования. Ведь сверление блоков, а затем забивка в полученные отверстия дюбелей разрушает пеностекло вокруг крепления из-за его хрупкости, что непозволительно для подобных теплоизоляционных материалов [10]. Необходимо ограничить механическое воздействие на материал хрупкого утеплителя, например, разработав способ крепления плитных утеплителей без дюбелей [11]. Кроме того, во всех известных способах закрепления долговечность элементов крепления не соответствует (существенно меньше) долговечности самого утеплителя из пеностекла. Чаще всего остаются и «мостики холода» при наличии включений из металла. А между тем, все большее распространение в технике и строительстве получают конструкции из углепластика.

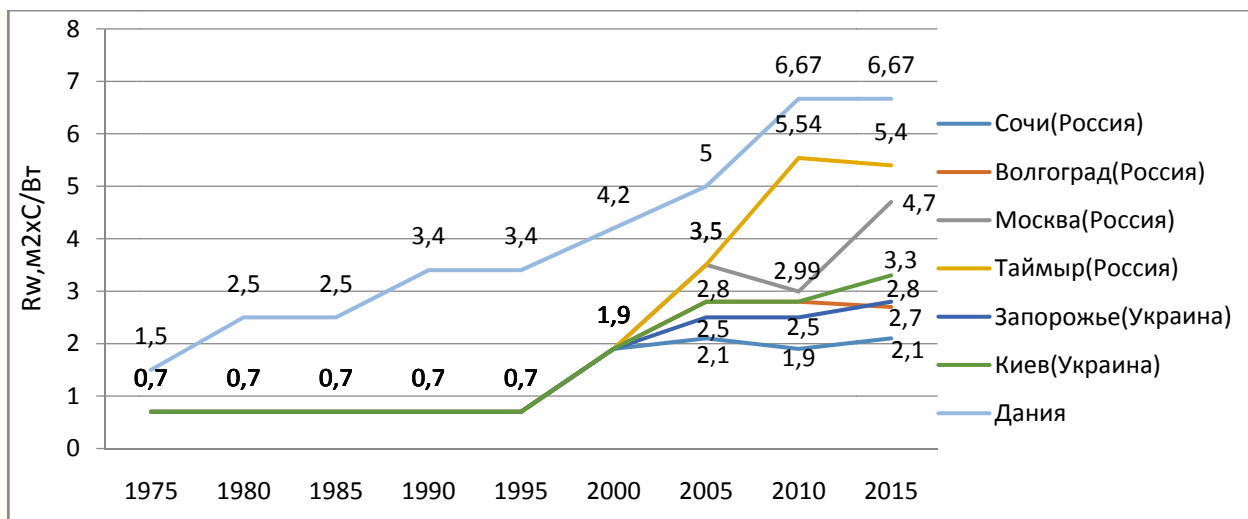


Рис. 1. Хронология изменений нормативных значений расчетного сопротивления теплопередачи наружных стен

**Цель и задачи исследования**

**Цель** — разработка нового способа утепления стеновых конструкций пеностеклянными блоками, обеспечивающего долговечность и конкурентоспособность технологии.

**Задачи** исследования:

1. Анализ существующих систем теплоизоляции, определение преимуществ и недостатков в производстве работ и эксплуатации;
2. Разработка усовершенствованной конструкции «мокрой» системы теплоизоляции из пеностеклянных блоков и технологии ее монтажа;
3. Моделирование и технико-экономическое сравнение конкурентоспособных вариантов технологий устройства скрепленных систем теплоизоляции и отделки для оценки рациональной области применения.

**Методика исследования**

1. Литературный обзор и анализ для выявления тенденций развития существующих способов теплоизоляции стеновых ограждений, определения цели и задач исследования;
2. Разработка и патентование новой технологии монтажа конструкции утепления с использованием блоков из пеностекла и креплениями из углепластика;
3. Моделирование прогнозируемых показателей сравнительной эффективности предложенного и наиболее распространенного способа наружного утепления стен для определения рациональной области применения предложенной технологии и направления дальнейших изысканий.

**Результаты и их анализ**

Проанализировав возможности производителей подобных элементов, нами предложена новая конструкция крепления блоков из пеностекла при помощи специально спроектированных кронштейнов из углепластика (заявка №2015154841 на выдачу патента РФ на

полезную модель «Система теплоизоляции стеновых конструкций», Рис. 2).

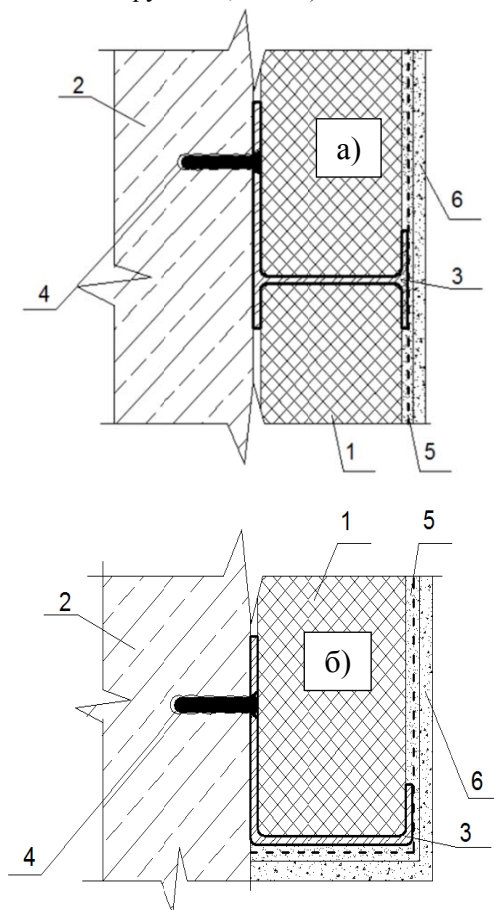


Рис.2. Рядовое (а) и стартово-финишное (б) крепление блоков из пеностекла: 1-блок утеплителя; 2-стенное ограждение; 3-углепластиковый кронштейн; 4-оцинкованный дюбель; 5-армирующий слой; 6-декоративно-защитный слой

Для сравнения вариантов конструкции и технологии утепления с устройством традиционной «скрепленной» системы теплоизоляции плитами из

пенополистирола и предложенной системы теплоизоляции блоками из пеностекла для одного и того же объекта (десятиэтажного жилого дома в г. Феодосия при работе с навесных люлек) запроектированы технологические карты с определением технико-экономических показателей. Конечная стоимость устройства утепления фасада из пенополистирольных плит на рассмотренном доме ожидаемо оказалась ниже утепления блоками из пеностекла из-за высокой стоимости материала и комплектующих, а трудоемкость, наоборот, выше (табл. 1). Но при этом совсем не учитываются другие характеристики конкурирующих вариантов, важнейшими из которых безусловно являются долговечность будущей эксплуатации, пожаробезопасность и экологичность используемых материалов, а также их изготовления. Частично разрешить замеченное противоречие можно использованием методики сравнения вариантов технологии по известному методу профилей и радаров, хорошо зарекомендовавшей себя в машиностроении [12].

Таблица 1  
Результаты экономического сравнения рассмотренных вариантов утепления 100 м<sup>2</sup> фасада жилого дома в г. Феодосия

Наименование показателей	Единицы измерения	«Скрепленная» теплоизоляция из пенополистирола	Теплоизоляция блоками из пеностекла
Стоимость материалов	руб.	128 963,8	194 267,8
Стоимость производства работ	руб.	100 394,3	52 016,88
Общая стоимость	руб.	229 358,1	246 284,7
Трудоемкость нормативная единицы продукции	чел.-дней/м <sup>2</sup>	0,57	0,4

«Профиль» позволяет разно размерные показатели конечной продукции графически представить на одном оценочном поле и объединить их интегральным показателем, который определяется как отношение площадей «профиля» и оценочного прямоугольного поля. Каждый из отобранных показателей оценивался по пятибалльной системе и фиксировался на этом поле и в полярных координатах (Рис. 3).

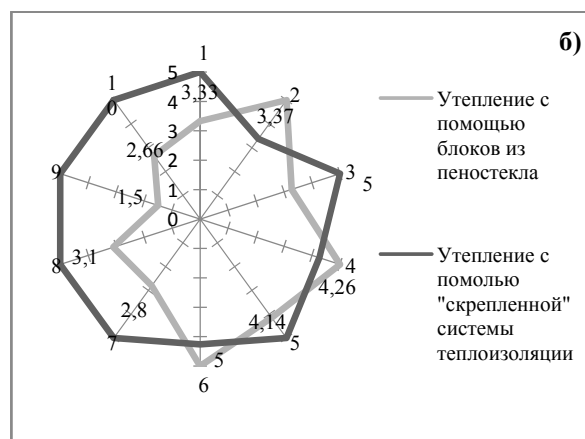
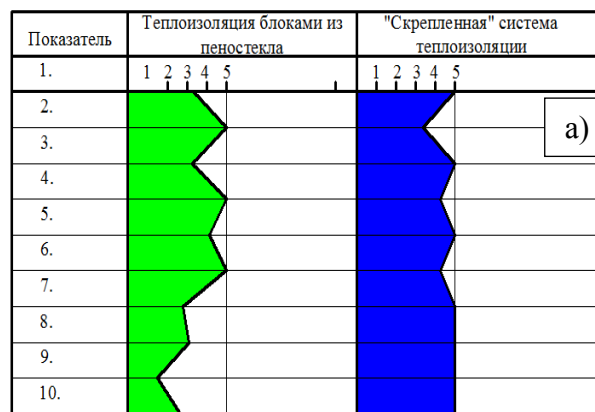


Рис.3.Профили (а) и радары (б)

конкурентоспособности при сравнении технологий утепления с учетом показателей: 1 - стоимость производства работ, 2 - стоимость материалов, 3 - среднее количество рабочих на объекте, 4 - стоимость кв. м утепленной поверхности фасада, 5 - продолжительность работ, 6 - суммарная стоимость, 7 - стойкость к воздействию агрессивной среды, 8 - надежность конструкции, 9 - срок эксплуатации, 10 - удельная трудоемкость

В результате сравнения основных характеристик систем утепления фасадов методом «профилей» получили, что для теплоизоляции блоками из пеностекла интегральный показатель конкурентоспособности:

$$ИК_{пр} = S_{пр} / S = 45 / 30,81 = 1,46,$$

Где  $S_{пр}$  - площадь прямоугольника, очерченного графиками;  $S$  - площадь графика для рассматриваемой системы утепления.

А для «скрепленной» системы теплоизоляции плитами из пенополистирола:

$$ИК_{пр} = 45 / 41,89 = 1,08.$$

### Выводы

Предложенная технология утепления наружных стен блоками из пеностекла при помощи крепежа из углепластика имеет более высокий интегральный показатель конкурентоспособности с учетом ее эксплуатационных качеств и безусловно имеет свою рациональную область применения, которую предполагается уточнить еще и с учетом

результатов экспертной оценки весомости каждого из включенных в модель составляющих.

#### Список литературы

1. Семченков А.С. Наукоемкие конструкции и конструктивные решения многоэтажных железобетонных зданий/Семченков А. С.//НИИЖБ,2007, 237с.;

2. Кукарина Е.Е. Надежность фасад-ных систем/Е.Е. Кукарина//Традиции и инновации в строительстве и архитектуре- Самара, 2014. - №3.- с.634-637;

3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. –М: Минрегион России, 2013.-66с.;

4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. –М: Минрегион России, 2013.- 48 с.;

5. Демидович Б. К. Пеностекло/ Демидович Б.К.//Наука и техника -Минск, 1975. -№ 23- С.248-251;

6. Бегунова Е.И., Голосова М.Л. Типовая технологическая карта на устройство изоляции наружных стен пеностеклом/Бегунова Е.И., Голосова М.Л. //№887/6т-2003//Гомель, 2003. - 96с.;

7. Чебышев М.В. Конструктивные особенности вентилируемого фасада с утеплителем из пеностекла //Жилищное строительство. – 2015.- №7. – С.27-28;

8. Чебышев М.В. Инновации в устройстве вентилируемого фасада //Строительство и техногенная безопасность. - 2013. - Вып. 48. - С.196-200;

9. Чебышев М.В. Концепция вентилируемого фасада с утеплителем из пеностекла //Строительство и реконструкция. - 2014. - №5(55). - С.67-72.

10. Пат. 2448224 Российская Федерация, E04F13/24. Скрытые крепежные средства /Баринов Ю.В, Вергунов Г. В.-№ № 2005112023/08 заявл. 14.04.2010; опубл. 20.04.2012;

11.Пат. 23345 Україна, МПК7 кл. E04G23/00. Спосіб зовнішнього утеплення стінового огороження /Шаленний В.Т., Березюк А.М., Дікарев К.Б., Калниш Л.В. заявл. 13.11.2006; опубл. 25.05.2007.

12. Фасхиев, Х.А. Оценка экономической эффективности качества и конкурентоспособности изделий /Х.А. Фасхиев //Вестник машиностроения. – 2000. – №10. – С.59–66.

Shalennyi V.T., Romanenko T.N., Lesnikova E.I.

### ADVANCED DESIGN AND COMPARATIVE EFFICIENCY OF INSULATION BY BLOCKS FROM THE FOAMGLASS

**Summary.** Work is devoted to the analysis of properties of modern heaters, consideration of new materials of a heater and possibility of use of foamglass as heater with the big term of operation. The new possible way of fastening of plates of a foamglass by means of carbon fiber arms and also economic efficiency of this way of warming is shown. The main advantage of new model – durability of a design of warming of facades of buildings, efficiency of its application in coastal areas with raised and hostile atmospheric environment.

**Keywords:** Heat-insulating materials, systems of warming, carbon fiber arms, foamglass.

## Раздел 4. Экологическая безопасность

УДК 502.36:711.558

### ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН

Ветрова Н., Иваненко Т.\*

Академия строительства и архитектуры, КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, ул. Киевская 181

E-mail: ecology@gmail.com\*

**Аннотация.** В работе рассмотрены результаты исследования факторов формирования экологического состояния прибрежных рекреационных территорий. Представлен анализ природных и антропогенных факторов формирования экологического состояния на примере рекреационно-градостроительного освоения прибрежной рекреационной зоны Крыма. Уточнено понятие «прибрежная рекреационная зона». Усовершенствована классификация факторов, определяющих экологическое состояние прибрежных рекреационных зон, которая может быть положена в основу обоснования технических решений по улучшению экологического состояния прибрежных рекреационных зон с учетом природно-антропогенных закономерностей формирования экологического состояния территорий.

**Ключевые слова:** прибрежная рекреационная зона, экологическое состояние, факторы, особенности.

#### Постановка задачи исследований

Важной задачей научной и практической деятельности является обеспечение экологической безопасности прибрежных зон. Указанные зоны объединяют особые элементы природной среды – пляж, береговые системы, водные объекты, а также комплекс техногенных объектов жизнеобеспечения – дороги, берегоукрепительные сооружения, объекты жилой и не жилой застройки, инженерные сети, зоны насаждений (естественные и искусственные). Результаты анализа подходов к решению проблем прибрежных зон позволяют отметить, что с одной стороны в научной литературе отдельные экологические аспекты оценки и освоения прибрежных территорий разработаны. Однако при обеспечении экологической безопасности требуется уточнение схем организации прибрежных рекреационных зон; систематизации природных и антропогенных закономерностей формирования состояния всей зоны и отдельных элементов (в том числе и пляжей как части прибрежной зоны); конкретизация принципов обеспечения экологичности застраиваемых прибрежных территорий; совершенствование процесса проведения геоэкологического картографирования прибрежных рекреационных зон и методик интегральной инженерно-экологической оценки состояния территорий при строительстве и эксплуатации объектов и др. При этом особое внимание следует уделить систематизации факторов, оказывающих влияние на процесс формирования экологического состояния прибрежных зон, специализация которых сложилась для создания широкого спектра рекреационных продуктов. Эта задача определяется объективной необходимостью обеспечить в таких зонах экологически безопасные условия для потребителей в виду особенностей целевой

направленности рекреации в целом – восстановление психо-физических параметров человека в свободное от труда время.

#### Анализ основных исследований и публикаций

В трудах ученых различных научных направлений (представлены в научных работах начала XX века Берга Л.С., Божича П.К., Барковской М.Т., Булкина Г.А., Дзенс-Литовского А.И., Добрынина В.Ф. и других [1], современных Зенковича В.П., Попова Б.А. [2], Реймерса Н.Ф. [3], Пешкова В. М. [4], Арзамасцева И.С., Бакланова П.Я., Говорушко С.М. [5], Г.Г. Гогоберидзе [6], Артюхина Ю. В. [7], Иванова В.А. [8] и других) исследован комплекс вопросов формирования, развития, трансформации экологического состояния особых территорий, которые связаны с водными акваториями берегами в широком смысле. В настоящее время происходит интенсивное рекреационное освоение прибрежных территорий, во многом определяющее современное экологическое состояние прибрежных рекреационных зон. Отмечаемые активные вмешательства в природные процессы на таких территориях с целью расширения прибрежных рекреационных зон, определяют необходимость научного обоснования предлагаемых технических решений при соблюдении действующих нормативных документов в области экологической безопасности.

В связи с вышеизложенными проблемами изучения и использования прибрежных зон выявлена необходимость теоретического обоснования и разработки мероприятий по улучшению экологического состояния прибрежных рекреационных зон на основе всесторонней оценки прибрежных зон с целью получения достоверных сведений об особенностях функционирования этой системы и развития понимания взаимосвязи всех протекающих в ней процессов, что и определило

цель, объект и предмет данной статьи – особенности формирования экологического состояния прибрежных рекреационных зон.

**Основной раздел**

Исследования особенностей системы факторов экологического состояния прибрежной рекреационной зоны опираются на сущность определения таких зон(рис. 1).Для морей и океанов понятие «прибрежная зона» рассматривается с двух позиций: приморская территория и прибрежная территория [9]. Так, Н.А. Айбулатов определил «...прибрежная зона – участок прибрежной акватории и расположенных под ними или над ними поднятий земли, а также омываемая такими водами часть суши, которые в существенной мере взаимно влияют на состояние каждого из них, включающая совокупность земельной, водной и донной составляющих[10, с.26]».В геологии и геоморфологии термин не имеет точного значения и предлагается термин «прибрежная зона моря», объединяющая побережье, берег и шельф. В биологии понятие «прибрежная зона» соответствует прилегающей к суше части

акватории. Процессы в прибрежных зонах протекают в определенных географических областях, и возрастает необходимость четкого мониторинга этих процессов, поэтому являются средством для предоставления комплексной информации об экологическом состоянии и социально-экономической хозяйственной деятельности, связанными с деятельностью на береговых территориях и прилегающих акваториях.

Нами как наиболее полным и отражающим сущность системы принято определение, изложенное в Европейском Кодексе Поведения для Прибрежных Зон: «Прибрежная зона – это зона контакта суши с морем, включая природные комплексы – как берега, так и прилегающую морскую акваторию в границах, позволяющих обеспечить экологически сбалансированное развитие прибрежных территорий, сохранение прибрежных и морских ландшафтов и экосистем от загрязнения и уничтожения, – территория с режимом ограниченной и регулируемой хозяйственной и иной деятельности [11, с.1]».



Рис 1. Структура понятия «прибрежная зона»

Учитывая экономическую специализацию, направленную на оказание рекреационных (туристских) услуг, в рамках подходов функционального зонирования, определим прибрежную рекреационную зону как особую зону с природными и антропогенными ресурсами прибрежных населенных пунктов, которая характеризуется высоким туристическим и оздоровительно-рекреационным потенциалом и высокой интенсивностью природопользования рекреационной направленности, формирующая нагрузку на экосистему вдоль береговой линии.

В прибрежной зоне любого вида и,в частности рекреационной,формируется особая система взаимосвязей в пространстве и времени между наземной (территориальной) и морской (аквальной) составляющими прибрежных зон, которые имеют общую геологическую основу и

тесно связаны гидролитодинамическими процессами. Определение экологического состояния такой территории основывается на всестороннем изучении факторов формирования экологического состояния прибрежных рекреационных зон, понимании взаимосвязей между ними, закономерностей распределения и особенностей вариативных сочетаний.Усиливающиеся деградация и чрезмерное использование приморских ресурсов, требуют научно обоснованных экологически безопасных организационных и технических решений для застройки прибрежных территорий, с учетом научного исследования проблем прибрежных зон рекреационной специализации и требований по функционированию прибрежных защитных полос моря.

Для выявления современного экологического состояния прибрежных зон важно структурировать факторы, определяющие сложившуюся экологическую ситуацию в пределах прибрежных территорий. При этом современное экологическое состояние прибрежных рекреационных территорий определяется комплексом геосферных потоков, а так же дополнительными потоками вещества и энергии, вызванными антропогенной деятельностью. Все вместе они выступают факторами формирования современного экологического состояния прибрежных зон.

Под факторами экологического состояния понимаются природные и техногенные условия, которые его определяют. Учитывая, что в прибрежной рекреационной зоне осуществляется непосредственный контакт между сушей и морем через естественный и техногенный перенос и трансформацию потоков вещества и энергии, то она представляет собой подсистему в геозкосистеме «суша – море», объединяющую антропогенные объекты и природные ресурсы территории, которые используются для рекреационной деятельности. При этом природные факторы оказывают значительное влияние на развитие прибрежной зоны, поскольку в ней осуществляется непосредственный контакт между сушей и морем посредством естественного и техногенного перемещения и трансформации потоков вещества и энергии, что свидетельствует о ее чрезвычайной

динамичности. Учитывая это к основным факторам, определяющим экологическое состояние прибрежных рекреационных зон, следует относить три группы:

– природные факторы (геолого-геоморфологические, гидрометеорологические, гидролитодинамические факторы, угрозы природных катастроф), определяющие ее фоновое экологическое состояние;

– антропогенные факторы условий обеспечения рекреации в данной прибрежной зоне (уровень физико-химического и биологического загрязнения почв, морской воды и воздуха, качество питьевой воды и территории, плотность рекреационной застройки, инженерных сооружений и коммуникаций, транспорта и др., угрозы техногенных катастроф);

– социальные факторы (уровень экологической культуры и экологического образования населения, психофизиологического здоровья и жизни населения, социальной и межнациональной напряженности, общественные экологические организации, научный потенциал, исторические и культурные особенности региона, уровень спроса на рекреационные услуги).

Представленные группы факторов определяют экологическое состояние прибрежной зоны и формируют особенности уровня экологической безопасности прибрежных рекреационных территорий (рис. 2).



Рис. 2. Факторы, формирующие экологическое состояние территорий прибрежных рекреационных зон

Для научного обоснования использования и расширения рекреационного комплекса необходимо среди условий и факторов экологического состояния определить ведущие для определения возможности и целесообразности организации эффективного рекреационного процесса.

Первыми по значимости среди факторов формирования экологического состояния прибрежных рекреационных зон региона предлагается считать природные характеристики территории (геолого-геоморфологические, климатические, гидрологические, гидролитодинамические и др.), поскольку именно они определяют возможности и целесообразность организации эффективного процесса отдыха и восстановления человека в связи с материальной основой социальных процессов.

В условиях нарастания экологических проблем, в том числе и на рекреационных территориях, природные факторы и условия прибрежных рекреационных зон следует оценивать с позиций определения их роли, как рекреационных ресурсов в функционировании рекреационного региона и определении его экологического состояния. При этом, параметры пляжной полосы, как участка взаимодействия суши и моря, существование которой определяется процессами, протекающими в морской среде и одновременно антропогенными процессами на суше и в море, отражает экологическое состояние прибрежных рекреационных зон и является основным рекреационным ресурсом. Согласно классификации, пляжи относятся к природным рекреационным ресурсам геогидрологической группы, их экологически безопасное состояние – важнейшее условие отнесения региона к рекреационной территории [12].

### Выводы

1. Нарастание экологических проблем при антропогенном преобразовании природной среды требует решения проблем экологической безопасности и способствовало становлению исследований направленных на восстановление природы прибрежной зоны.

2. Анализ проблематики прибрежных зон показал, что недостаточно изученными остаются важные вопросы организации прибрежных рекреационных зон с учетом экологического качества застраиваемых территорий. Уточнено понятие «прибрежная рекреационная зона», как зона, имеющая сложную структуру и включающая прибрежную пляжную полосу шириной 100 м, зону застройки рекреационными и инфраструктурными объектами на территории населенных пунктов.

3. Природные характеристики территории (геолого-геоморфологические, климатические, гидрологические, гидролитодинамические и др.) определяют возможности и целесообразность организации эффективного процесса отдыха и восстановления человека, поэтому предложено

считать их первыми по значимости. При этом, в условиях нарастания экологических проблем на рекреационных территориях, природные факторы и условия прибрежных рекреационных зон следует оценивать с позиций определения их экологического состояния.

### Перспективы дальнейшего исследования

Предложенный подход к выявлению особенностей формирования экологического состояния прибрежных рекреационных зон, позволяет выделить ведущие факторы и параметры, разработать подходы к оценке экологического состояния прибрежных рекреационных зон, которые могут быть положены в основу обоснования технических решений по улучшению экологического состояния таких зон с учетом природно-антропогенных закономерностей формирования экологического состояния территорий.

### Список литературы

1. Комплексные мониторинговые исследования состояния берега и берегоукрепительных сооружений Западного Крыма / М.Н. Рыжий, З.Д. Сапронова, Т.А. Иваненко, А.М. Артемьева, В.С. Снегирев // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.— 2009. – Вып. 20.— С. 7 — 10.
2. Морская геоморфология: терминолог. справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения / Сост.: В.П. Зенкович, Б.А. Попов. — М.: Мысль, 1980. — 280 с.
3. Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. — М. : Мысль, 1990. — 637 с.
4. Пешков В.М. Береговая зона моря / В.М. Пешков. — Краснодар: Лаконт, 2003. — 350 с.
5. Арзамасцев И.С. Прибрежно-морское природопользование: теория, индикаторы, региональные особенности / И.С. Арзамасцев, П.Я. Бакланов, С.М. Говорушко — Владивосток: Дальнаука, 2010. — 308 с.
6. Гогоберидзе Г.Г. Политика действий в прибрежной зоне / Н.Л. Плинка, Г.Г. Гогоберидзе.— СПб.: Изд-во РГГМУ, 2003. — 226 с.
7. Артюхин Ю. В. Антропогенный фактор в развитии береговой зоны моря / Артюхин Ю. В. — Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского университета, 1989. — 144 с.
8. Природопользование на Черноморском побережье Западного Крыма: современное состояние и перспективы развития. Под ред. В.А. Иванова / В. А. Иванов, В. П. Ястреб, Ю.Н. Горячкин, А.В. Прусов и др. // ИАН Украины, Морской гидрофизический институт. — Севастополь, 2006. — 324 с.
9. Правовой глоссарий по комплексному управлению прибрежными зонами [Электронный ресурс] / Е. Андреева, Ю. Барсегов, А. Вылегжанин.

- Режим доступа к журн. Conduct for Coastal Zones.Режимдоступа:  
:http://determiner.ru/dictionaru/539/word http://smart-library.ru/content/evropeiskii-kodeks-  
10. Айбулатов Н.А. Деятельность России в поведениya-dlya-pribrezhnykh-zon?vid=9  
прибрежной зоне моря и проблемы экологии / 12. Ветрова Н. М. Обеспечение экологической  
Н.А. Айбулатов— М.: Наука, 2005. — 364 с. безопасности рекреационного региона /  
11. Европейский Кодекс Поведения для Н. М. Ветрова, С. И. Федоркин. — Симферополь:  
Прибрежных Зон. The draft of the European Code of ИТ «АРИАЛ», 2012. — 294 с.

Vetrova N., Ivanenko T.

## FEATURES OF FORMATION OF THE ECOLOGICAL STATUS OF COASTAL RECREATIONAL AREAS

**Annotation.** The results of a study of factors of formation of ecological status of coastal recreational areas are considered. The analysis of natural and anthropogenic factors of formation of ecological condition on the example of recreational and urban development of coastal recreational areas of the Crimea is performed. The notion of "coastal recreation area" are refined. Classification of the factors determining the ecological state of the coastal recreational zones, which can be the basis for justification of technical solutions on improvement of ecological state of coastal recreation areas based on natural and anthropogenic patterns of formation of the ecological state of the territories are improved.

**Keywords:** coastal recreation zone, environmental condition, level of disturbance, factors, features.

УДК 556.53:631.67

## ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ОРОШЕНИЕ КАК ШАГ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Волкова Н. \*, Захаров Р.\*\*

\* ФГБУН „НИИСХ Крыма”, 295453, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150.

\*\* Академия Строительства и Архитектуры КФУ им.В.И.Вернадского,г.Симферополь, ул. Киевская 181.

E-mail: isg.krym@gmail.com\*, napks@napks.ru\*\*

**Аннотация.** Переход Крымского региона на водообеспечение за счет собственных источников привел к формированию вододефицитных условий. Это негативно отразилось на всех отраслях народного хозяйства, в особенности на орошаемом земледелии. Для улучшения сложившейся ситуации необходим комплексный подход, включающий: нахождение баланса интересов всех групп водопользователей, рациональное использование водных ресурсов и водных объектов; соблюдение принципа ненарушения и сохранения, а при необходимости проведение мероприятий по улучшению экологического состояния бассейнов рек. Внедрение принципов дифференцированного орошения на местном стоке может сочетать в себе ряд из приведенных выше составляющих и, в дальнейшем, стать шагом на пути усовершенствования существующей системы устойчивого водопользования. Оно наиболее целесообразно при переходе в целом к стратегическому управлению водными ресурсами региона.

**Ключевые слова:** орошаемое земледелие, местный сток, дифференцированное орошение, контрольный мониторинг, стратегическое управление, водные ресурсы.

### Введение

Исключение из системы водообеспечения Республики Крым внешнего водоисточника неоднозначно сказалось на эксплуатации орошаемых земель, привязанных к местному стоку. С одной стороны, возросло значение собственных водоисточников, используемых для целей орошения, а с другой – по причине перераспределения водных ресурсов между основными группами водопользователей, произошло значительное сокращение объемов воды, которые можно было бы использовать на полив. Всего в Крыму к местному стоку привязано более 40 тыс. га орошаемых земель, а в 2015 году было полито всего около 10 тыс. га. Если проанализировать ситуацию в целом, то больше всего от произошедших изменений пострадали пользователи орошаемых земель. Площадь политых в 2013 г. земель составляла 136,8 тыс. га, в 2014 г. она сократилась в 7,7 раза, а в 2015 г. – уменьшилась еще на 6,7 тыс. га по сравнению с предыдущим годом. Общий валовой сбор сельскохозяйственной продукции за последние два года уменьшился незначительно, что объясняется тем, что в 2014-2015 гг. за май-июнь (критический период для озимых зерновых, ранних овощных культур) выпало соответственно 111 и 250 мм осадков. Необходимо отметить, что в предыдущие 2012-2013 гг. данный показатель составлял всего 42 и 53 мм [1]. Таким образом, несмотря на сформировавшиеся вододефицитные условия, орошаемое земледелие остается неотъемлемой частью дальнейшего устойчивого социально-экономического развития Крымского региона в составе Российской Федерации.

### Анализ публикаций, материалов, методов

Вопрос рационального использования водных ресурсов затрагивает ряд составляющих организации процесса устойчивого водопользования, а именно экологическое состояние водоисточников, распределение ресурса между группами пользователей и непосредственно внутри групп, использование альтернативных источников воды для уменьшения нагрузки на основные водные объекты, рациональное использование отбираемого ресурса и т.п. Направления повышения эффективности использования местного стока для целей орошения рассмотрены в работе специалистов ФГБНУ «РосНИИПМ» «Методические указания по совершенствованию технологий орошения и повышению эффективности использования местного стока для орошения земель сельскохозяйственного назначения» [2]. Данная разработка выполнена для условий, характерных для зон неустойчивого увлажнения, но некоторые приведенные принципы можно использовать и для зон недостаточного увлажнения, к которым относится предгорная и степная часть Крымского региона. Если говорить об исследованиях, посвященных усовершенствованию существующего процесса ведения устойчивого водопользования непосредственно на территории Республики Крым и использованию дифференцирования ряда показателей в качестве механизмов, влияющих на повышение рациональности использования имеющихся ресурсов, в том числе и водных, необходимо отметить работы: «Обеспечение интегрированного управления водными ресурсами с учетом особенностей

водохозяйственно-мелиоративного комплекса региона», «Оценка совместного влияния подсистем водохозяйственно-мелиоративного комплекса на экологическое состояние территорий», «Актуальні питання підвищення енергоефективності зрошувальних систем» [3,4,5].

В данной работе идея использования принципов периодического орошения преобразуется в возможность ведения на территории Крымского региона дифференцированного орошения, подразумевающего перераспределение водного ресурса по времени и по площади с учетом влияния данного процесса на экологическое состояние крымских рек.

#### Цель работы

Раскрыть ряд основных требований к организации процесса рационального использования водных объектов на территории Республики Крым, которые необходимо учесть при обосновании возможности применения дифференцированного орошения на землях, привязанных к местному стоку.

#### Основной раздел

В основе рационального использования водных ресурсов лежит внедрение водосберегающих технологий и максимально возможное эффективное вовлечение имеющихся водных объектов во все социально-экономические сферы жизни.

Остановимся более подробно на второй составляющей – рациональном использовании водных объектов, которое подразумевает максимально возможный отбор воды при соблюдении принципа снижения негативного воздействия на экологическое состояние рек, водохранилищ, прудов, озер, морей.

**Максимально возможный объем отбора воды ( $W_{\max}$ )** в вододефицитных условиях, сформировавшихся на территории Республики, имеет большое значение для дальнейшего устойчивого социально-экономического развития региона. Он расходуется на нужды промышленности, коммунального и сельского хозяйства, прочие потребности населения и может быть представлен в виде формулы:

$$W_{\max} = W_{к-х} + W_{пр} + W_{с-х} + W_{нас} \quad (1)$$

где соответственно:

- $W_{к-х}$  – отбор воды на коммунальное хозяйство,
- $W_{пр}$  – на промышленность,
- $W_{с-х}$  – на сельскохозяйственные нужды,
- $W_{нас}$  – на прочие потребности населения (полив приусадебных участков, коллективных огородов и т.п.).

По первым трем слагаемым формулы 1 в водном законодательстве Российской Федерации имеется четкий регламент по необходимости и периодичности измерений качественных, количественных характеристик ресурсов, отбираемых из водного объекта [6,7,8]. Объем воды, забираемый населением непосредственно из водоисточников на личные бытовые нужды, в настоящее время статистически не учитывается. Это в свою очередь ведет к невозможности сбалансированного распределения данного ресурса между основными группами водопользователей. Выходом из сложившейся ситуации может стать расширение сети гидрологических постов на крымских реках, что в сочетании с жестким контролем над отбором поверхностных водных ресурсов для целей промышленности, сельского и коммунального хозяйства, позволит примерно определить четвертое слагаемое формулы 1 и установить баланс между всеми основными группами водопользователей.

#### Экологическое состояние

Вопросы экологического состояния крымских рек, как одного из основных в настоящее время источников воды, были довольно подробно изучены. Тимченко З.В. в своих исследованиях проводила оценку экологического состояния малых рек полуострова исходя из хозяйственно-питьевых (ХП), коммунально-бытовых (КБ) и рыбохозяйственных (РХ) требований. В таблице 1 приведены сводные результаты данных исследований. Исходя из проведенных расчетов, все обследованные реки имеют низкий уровень надежности [9]. Это вызвано рядом факторов и воздействий, последствия от которых накапливались в течении десятков лет и в результате привели к ухудшению экологического состояния большинства крымских рек. На данном этапе социально-экономического развития Крымского региона отказаться от использования местного поверхностного стока невозможно. Но для дальнейшего предотвращения ухудшения экологической обстановки необходима детальная проработка мероприятий, направленных на внедрение в производство и социальную сферу жизни принципа «что экологично, то экономично».

Одной из основных причин ухудшения экологического состояния местных водных объектов является неудовлетворительное состояние систем водоотведения (в том числе и очистных сооружений) или их отсутствие.

Таблица 1.

Процентное распределение групп малых рек Крыма по уровням экологической устойчивости [9]

Регион	Кол-во рек	ХП и КБ водопользование			РХ водопользование		
		устойчивое	очаги неустойчивости	неустойчивое	устойчивое	очаги неустойчивости	Неустойчивое
Северо-западные склоны	16	62,5	25	12,5	12,5	50	37,5
Северо-восточные склоны	7	14,3	14,3	71,4	0	14,3	85,7
Бассейн реки Салгир	8	25	12,5	62,5	0	12,5	85,7
Южный берег Крыма	3	0	33	67	0	67	33

Ниже на рисунке 1 приведена динамика объемов сточных вод, сброшенных за период с 2007 по 2014 гг., а в таблице 2 – загрязненных, в разрезе бассейнов Крымских рек.

Если говорить о количественной составляющей «водоотведения», то из рисунка 1 явно видно, что в 2014 г. значительно уменьшился объем сточных вод, сбрасываемый в поверхностные водные объекты. Это связано с прекращением возделывания риса на территории Крымского региона (на выращивание данной культуры забиралось более 60% воды, подаваемой для целей орошения) и значительным сокращением площади политых земель.

Если говорить о качестве сточных вод, то за последние годы (2010-2014 гг.) более 40% от общего объема было сброшено в поверхностные водные объекты загрязненными без очистки или недостаточно очищенными. Это оказывает негативное воздействие на экологическое состояние рек, морей, озер Республики и, как следствие,

снижает возможную эффективность использования имеющихся водных ресурсов.

В настоящее время основными источниками загрязнения поверхностных вод выступают недостаточно очищенные или неочищенные стоки населенных пунктов и промышленных предприятий (в последние два года, согласно статистическим данным, сброс коллекторно-дренажных вод не производился).

Для дальнейшего устойчивого развития Крымского региона проблему качества сбрасываемых сточных вод необходимо решить одной из первых. Это позволит не только улучшить экологическое состояние рек полуострова, но и получить дополнительный источник воды для целей орошения (это относится к сточным водам, сбрасываемым в пруды-накопители и моря).

Данный вопрос необходимо решать параллельно с разработкой мероприятий по канализованию территории.



Рис. 1. Динамика объемов сточных вод, сброшенных за период с 2007 по 2014 гг.

Таблица 2.

Объемы загрязненных сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты, в разрезе бассейнов крымских рек

Наименование природного объекта	Сброшено загрязненных сточных вод в водные объекты, млн. м <sup>3</sup>						
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
р. Джарджава	5,03	4,461	4,496	5,123	4,316	4,696	4,56
р. Зеленый яр	0,107	0,083	0,078	0	0	0	0
р. Степная	0,345	0,322	0,355	0,386	0,383	0,255	0,261
р. Салгир	56	51,3	46,91	47,22	46,78	42,91	34,42
р. Курлюк-Су	0,18	0	0,002	0	0	0	0
р. Чорох-Су	0,036	0,016	0,018	0,014	0,013	0,016	0,02
р. Альма	0	0	1,414	1,408	1,371	1,168	0,874
р. Бодрак	0,18	0,023	0,029	0,027	0,006	0,005	0,007
р. Арматлук	0,048	0,057	0,073	0,089	0,065	0,055	0
р. Бабу	0,478	0,475	0,019	0	0	0	0
р. Байбуга	1,1	1,1	1,23	1,648	1,697	1,642	1,604
р. Бельбек	0	0	0	0,031	0,031	0	0
р. Чатырлык	0	0	0	0,451	0,26	0,683	0,354
р. Воронцовка	0	0	0	9,07	12,01	7,407	12,05
р. Чурук-Су	2,383	2,38	2,363	2,171	1,524	1,256	0,991
р. Улу-Узень	0,588	0,586	0,587	0,549	0,531	0,582	0,474
р. б/н с. Огоньки	0,004	0,017	0,013	0,013	0,01	0,012	0,013
Итого по рекам	66,479	60,82	57,587	68,2	68,997	60,687	55,628

Следовательно, для соблюдения принципов ненарушения, сохранения, а по ряду рек Крыма улучшения экологического состояния данных водных объектов, необходимо:

- реконструкция и модернизация существующих и строительство новых очистных сооружений;
- канализование территорий;
- использование очищенных сточных вод, сбрасываемых в моря, для целей орошения;
- создание водоохранных зон;
- повышение экологической образованности населения и т.п.

За последние 20 лет значительно возросло значение экологической составляющей, в том числе и в процессе устойчивого водопользования. Так в соответствии с «Методическими указаниями по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты», утвержденными приказом МПР РФ от 12.12.2007 №328, при эксплуатации водных объектов необходимо соблюдать норматив допустимого воздействия по изъятию водных ресурсов.

Нормативы допустимого воздействия по изъятию водных ресурсов (НДВиз) устанавливаются

в виде постоянных величин, начиная от базисного расчетного года определенной обеспеченности, и не должны приводить к изменениям характеристик водного объекта, значительно выходящим за пределы естественных сезонных многолетних колебаний. Они устанавливаются для каждого водного объекта в разных створах и в целом для бассейна с обязательным учетом потребностей в воде водного объекта, замыкающего речной бассейн, необходимых для поддержания состояния его экологической системы, т.е. требования экологических систем должны соблюдаться в комплексе "море - впадающие в него реки". При этом необходимо принимать во внимание категорию водо- и рыбохозяйственного использования, степень антропогенной трансформированности и социально-экономические последствия [10]. Поэтому для рек с зарегулированным стоком устанавливается объем экологического попуска (ЭП) и его внутригодовое распределение в целях сохранения условий естественного размножения рыб и других гидробионтов и поддержания гидрологического режима нижнего течения реки и водного объекта, замыкающего ее бассейн, не выходящего за пределы естественных многолетних колебаний.

Расчет ЭП производится по формуле:

$$W_{эн} = W_i - W_{ди}, \quad (2)$$

где: -  $W_i$  - естественный сток в годы различной водности,

-  $W_{ди}$  - объем допустимого безвозвратного изъятия, рассчитывается по формуле:

$$W_{ди} = W_{кр} - W_{ист}, \quad (3)$$

где: -  $W_{кр}$  - объем стока, свидетельствующий о критическом состоянии экологических систем (для малых рек и притоков основной реки, по которым отсутствует соответствующая информация, за  $W_{кр}$  принимается объем восстановленного стока лет 96-97% обеспеченности [11]);

-  $W_{ист}$  - исторически минимальный объем стока, в качестве которого принимается восстановленный минимальный сток в год 99 % обеспеченности.

Как уже было отмечено ранее, наиболее остро формирование вододефицитных условий в Республике Крым отразилось на пользователях орошаемых земель. Это привело к простаиванию техники и средств полива, насосно-силового оборудования, сокращению рабочих мест и т.д. Восстановить полностью площадь поливаемых земель до уровня 2013 г. без внешнего водоисточника невозможно, но, благодаря рациональному использованию водных объектов и водных ресурсов, можно значительно улучшить текущую ситуацию в орошаемом земледелии.

Одним из возможных шагов на пути усовершенствования существующей системы устойчивого водопользования может быть дифференцированное орошение, сущность которого, заключается в перераспределении водного ресурса (в зависимости от водности года) по времени и по территории.

Большинство водоаккумулирующих сооружений (прудов) в Республике Крым, строилось для целей орошения. При их проектировании в качестве расчетных принимались средnezасушливые годы, обеспеченные по водности на 75—90%. Таким образом, выбор того или иного водотока в качестве источника орошения зависел от соответствия его стока в маловодные годы потребному количеству воды для орошения участка с гарантированным урожаем в данные годы. Возможность использования водотока в качестве источника орошения определялась соотношением:

$$W_p > W_0 + z_p + \Phi, \quad (4)$$

где: -  $W_p$ —расчетный объем годового или весеннего стока 75—90%;

-  $W_0$  — количество воды, необходимое для орошения участка с гарантированным урожаем (включая потери в оросительной сети),

-  $z_p$  - расчетные потери на испарение с водной поверхности;

-  $\Phi$  - потери на фильтрацию из водоема [12].

В настоящее время при определении объема воды, который можно отобрать из источника для целей орошения, используется более сложное выражение, учитывающее экологическую составляющую и интересы других водопользователей, расположенных ниже по течению от места забора воды - Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов, утвержденная Приказом МПР РФ от 30.11.2007 N 314 [13].

Рассмотрим возможность использования дифференцированного орошения на примере реки Западный Булганак.

Исходя из значений коэффициентов вариации и асимметрии ( $C_v$  и  $C_s$ ) соответственно [14] равных 0,45 и 0,9 и нормы годового стока 5,67 млн. м<sup>3</sup> [9], допустимый объем изъятия водных ресурсов  $W_{ди}$  составит 0,482 млн. м<sup>3</sup>. Ниже в таблице 3 приведены расчеты  $W_{ди}$  и  $W_{эп}$ , согласно «Методическим указаниям по нормированию допустимого безвозвратного изъятия речного стока и установлению экологического стока (попуска)» [11].

Из анализа таблицы 3 видно, что в среднем норма допустимого безвозвратного изъятия водного ресурса колеблется 0,28÷0,52 млн. м<sup>3</sup>, а с учетом притока от гидравлически несвязанных грунтовых вод - 1,06÷1,30 млн. м<sup>3</sup>. К поверхностному стоку реки Западный Булганак привязано согласно проектным данным 859 га орошаемых земель таких предприятий: ООО «Советская Украина» (156 га), ОАО «Янтарный» (276 га), ООО «Фитосовхоз «Радуга» (255 га), ДП АФ «Заветное» (53 га) и АПК «Виноградный» (25 га) [годовой отчет по технической эксплуатации за 2014 г. ГБУ РК «Салгирское межрайонное управление водного хозяйства»]. Для полива указанных площадей в год 75% обеспеченности дефицита водного баланса из водоисточника необходимо отобрать около 2,5 млн. м<sup>3</sup> воды, причем данное изъятие ресурса является безвозвратным. При расчете нормы допустимого безвозвратного изъятия водного ресурса для условий р. Западный Булганак, необходимо учесть интересы существующих водопользователей, так как иначе это может привести к нежелательным социально-экономическим последствиям.

В данной работе назначение экологического попуска производится исходя из величины минимального суточного расхода реки в зимнюю и летнюю межень (см. таблицу 4).

Расчеты потенциального свободного стока реки Западный Булганак и экологического попуска проведены для трех выделенных участков. Более детальная информация по этим створам приведена в таблице 5. Результаты проведенных расчетов сведены в таблицу 6.

Таблица 3.

Экологический попуск и объем допустимого безвозвратного изъятия воды из р. Западный Булганак (млн. м<sup>3</sup>)

p, %	W <sub>ди</sub>	W <sub>эс</sub>
1	0,97582	12,26363
3	0,83582	10,50418
5	0,768954	9,663846
25	0,524477	6,591373
50	0,38991	4,9002
75	0,280418	3,524152
95	0,165074	2,074576
97	0,142089	1,785711
99	0,106567	1,339283

Таблица 4.

Зависимость назначения величины экологического попуска от обеспеченности года [15]

Обеспеченность года	октябрь-март	апрель-сентябрь
95%	минимальный расход в зимнюю межень в год 97% обеспеченности	минимальный расход в летнюю межень в год 97% обеспеченности
75%	минимальный расход в зимнюю межень в год 95% обеспеченности	минимальный расход в летнюю межень в год 95% обеспеченности
50%	минимальный расход в зимнюю межень в год 75% обеспеченности	минимальный расход в летнюю межень в год 75% обеспеченности

Таблица 5.

Основные гидрологические характеристики в расчетных створах реки Западный Булганак [16]

Характеристика	Единицы изм.	1 створ	2 створ	устье
1	2	3	4	5
Расстояние от истока	км	18	28	49
Площадь водосбора	км <sup>2</sup>	55	86	180
Норма годового стока	млн. м <sup>3</sup>	2,58	3,24	5,67
Коэффициент вариации	-	0,45	0,45	0,45
Коэффициент асимметрии	-	20	20	20
Минимальные месячные расходы:	м <sup>3</sup> /с			
- холодный период:				
75%		0,03	0,03	0,03
95%		0,01	0,01	0,01
97%		0,005	0,005	0,005
- теплый период:				
75%		0,003	0,003	0,003
95%		0,001	0,001	0,001
97%		0,0005	0,0005	0,0005

Таблица 6.

Потенциально свободный сток и экологические попуски р. Западный Булганак для лет различной обеспеченности (млн. м<sup>3</sup>)

Гидрологическая обеспеченность года	Характеристика	Исток – 1 створ	1 створ - 2 створ	2 створ - устье	Итого по реке
95%	Экологический попуск	0,0858	0,0858	0,0858	0,2574
	Потенциально свободный сток	0,9342	0,1742	0,8742	1,9826
75%	Экологический попуск	0,1716	0,1716	0,1716	0,5148
	Потенциально свободный сток	1,5684	0,2684	1,4584	3,2952
50%	Экологический попуск	0,5148	0,5148	0,5148	1,5444
	Потенциально свободный сток	1,8952	0,3252	1,7552	3,9756

Согласно статистическим данным поверхностный сток реки за последние 9 лет забирался только для целей орошения в объеме 1,006÷1,283 млн. м<sup>3</sup>. Полив в основном производился от прудов. Данные водоаккумулирующие сооружения относятся к водоемам сезонного регулирования. Большая часть указанных прудов была построена для целей орошения. В таблице 7 приведена информация по наличию и назначению водоаккумулирующих сооружений, расположенных в бассейне р. Западный Булганак и наполняемых за счет поверхностного стока, осадков и родников [17].

Анализ таблицы 7 свидетельствует о том, что, несмотря на формирование вододефицитных условий, часть водоаккумулирующих сооружений не использовалась по своему проектному назначению.

Для представления общей картины рационального использования водных объектов реки Западный Булганак был проведен ряд расчетов по упрощенной схеме.

Потери на фильтрацию из прудов были оценены исходя из зависимости от следующих трех

градаций гидрогеологических условий (таблица 8): хорошие гидрогеологические условия - ложе сложено водонепроницаемыми грунтами, близко залегают грунтовые воды в бортах; средние; плохие - ложе сложено водопроницаемыми грунтами, водоносные горизонты отсутствуют.

В данной работе, исходя из гидрогеологических условий, было принято, что потери на фильтрацию составляют около 10% от объема прудов.

Результаты расчетов потерь воды на фильтрацию по прудам р. Западный Булганак приведены в таблице 9.

**Потери на испарение с поверхности прудов.** Величина испарения за безледоставный период рассчитывалась по формуле:

$$W_{исп} = W_{исп0} \cdot S, \quad (5)$$

где: -  $W_{исп}$  – среднееголетний объем испаряемой воды;

-  $S$  – площадь акватории водоема;

-  $W_{исп0}$  – величина испарения с поверхности водоема.

Таблица 7.

Назначение прудов бассейна р. Западный Булганак

Кол-во прудов	Объем при НПУ, тыс. м <sup>3</sup>	Назначение	
		проектное	фактическое
Исток – 1 створ			
9 прудов	642,3	4 – орошение; 2 – рекреация; 3 – комплексные	8 – не использ.; 1 – комплексный
1 створ – 2 створ			
6 прудов	55,7	4 – орошение; 2 – комплексные	6 – не использ.
2 створ - устье			
29 прудов	3899,8	15 – орошение; 8 – комплексные; 6 - рекреация	8 – орошение; 5 – комплексные; 16 – не использ.

Таблица 8.  
Зависимость потерь на фильтрацию от гидрогеологических условий

Гидрогеологические условия	Потери на фильтрацию	
	в год	в месяц
Хорошие	50 см. или 5-10%	4 см или 0,5-1%
Средние	50-100 см или 10-20%	4-8 см или 1-1,5%
Плохие	100-200 см или 20-40%	8-16 см или 1,5-3%

Таблица 9.  
Возможные объемы воды, которые можно отобрать из поверхностных объектов бассейна р. Западный Булганак

Гидрологическая обеспеченность года	Показатель	Объем, млн. м <sup>3</sup>
95%	Потенциальный сток	1,9826
	Потери на испарение	0,7410
	Потери на фильтрацию	0,4894
	Приток от гидравлически несвязанных подземных вод	0,7850
	Объем воды, который можно изъять	1,5372
75%	Потенциальный сток	3,2952
	Потери на испарение	0,6248
	Потери на фильтрацию	0,4894
	Приток от гидравлически несвязанных подземных вод	0,7850
	Объем воды, который можно изъять	2,9660
50%	Потенциальный сток	3,9756
	Потери на испарение	0,5516
	Потери на фильтрацию	0,4894
	Приток от гидравлически несвязанных подземных вод	0,7850
	Объем воды, который можно изъять	3,7196

В данной работе величина испарения с поверхности водных объектов бассейна реки была принята в год 95% обеспеченности – 1072 мм; 75% - 904 мм; 50% - 798 мм. Результаты расчетов по испарению с водной поверхности прудов р. Западный Булганак приведены в таблице 9.

Исходя из экологических требований рационального использования водного объекта, к данной реке нельзя привязывать дополнительные площади регулярного орошения, но есть возможность в более многоводные годы отобрать объемы воды для ведения дифференцированного орошения (в год 50% гидрологической обеспеченности около 700÷750 тыс. м<sup>3</sup>). При этом необходимо установить четкий регламент лимитов изъятия для каждого водного объекта бассейна реки Западный Булганак в годы различной гидрологической обеспеченности и вести обязательный контроль динамики влажности почвы на поливаемых землях. На организацию дифференцированного орошения оказывает влияние ряд факторов, среди которых необходимо отметить следующие: возможность возникновения проблемной ситуации; промежуток времени для принятия решения; множество ограничений и альтернативных решений; интересы лица, принимающего решение; множество критериев выбора наилучшего варианта. Внедрение дифференцированного орошения наиболее целесообразно при переходе в целом к стратегическому управлению водными ресурсами региона [5]. Размещение и размер предполагаемых площадей

дифференцированного орошения, техника или средства полива, которые будут использованы, выбираются из множества вариантов путем технико-экономического сравнения для каждого отдельного случая.

#### Выводы

В сложившихся вододефицитных условиях использование дифференцированного орошения на местном стоке может позволить более рационально использовать имеющиеся водные объекты, простаивающие технику и средства полива, создать дополнительные рабочие места, увеличить валовой продукт Крымского региона, но для этого необходимы:

- расширение сети гидрологических постов на крымских реках;
- реконструкция и модернизация существующих очистных сооружений;
- канализование территории;
- аккумуляция с последующим использованием для целей орошения очищенных сточных вод в настоящее время сбрасываемых в моря и пруды-накопители;
- строительство новых очистных сооружений;
- внедрение в производство принципа «что экологично, то экономично»;
- создание водоохраных зон;
- повышение экологической образованности населения;
- установление четкого регламента лимитов изъятия для каждого водного объекта в годы различной обеспеченности;

- обязательный контроль за динамикой влажности почвы на землях регулярного и дифференцированного орошения;

- максимальное использование имеющегося ресурсного потенциала.

#### Список литературы

1. Архив погоды по метеостанции Симферополь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://tr5.ru>;

2. Методические указания по совершенствованию технологий орошения и повышению эффективности использования местного стока для орошения земель сельскохозяйственного назначения. – Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ», 2015. – 147 с.;

3. Захаров Р. Ю. Обеспечение интегрированного управления водными ресурсами с учетом особенностей водохозяйственно-мелиоративного комплекса региона / Р. Ю. Захаров // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. — 2008. — №24-25. — С. 106-109;

4. Захаров Р. Ю. Оценка совместного влияния подсистем водохозяйственно-мелиоративного комплекса на экологическое состояние территорий / И. И. Головкин, Р. Ю. Захаров // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. — 2010. — №33-34. — С. 328-335;

5. Захаров Р. Ю. Актуальні питання підвищення енергоефективності зрошувальних систем : [монографія] / М. О. Закусилов, Р. Ю. Захаров, Т. В. Зуєва, Д. В. Луньов ; Під ред. Р. Ю. Захарова. — Симферополь: СОНАТ, 2009. — 128 с.;

6. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». Версия Проф. – Последнее обновление 13.07.2015;

7. Постановление Правительства РФ от 12 марта 2008 г. N 165 "О подготовке и заключении договора водопользования" [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». Версия Проф. – Последнее обновление 28.09.2015;

8. Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 N 844 "О порядке подготовки и принятия решения о предоставлении водного объекта в

пользование" [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». Версия Проф. – Последнее обновление 28.09.2015;

9. Тимченко З.В. Водные ресурсы и экологическое состояние малых рек Крыма/ З.В. Тимченко. – Симферополь: ДОЛЯ, 2002. – 152 с.;

10. Приказ МПР РФ от 12.12.2007 N 328 "Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты" [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». Версия Проф. – Последнее обновление 23.01.2008;

11. Методическим указаниям по нормированию допустимого безвозвратного изъятия речного стока и установлению экологического стока (попуска) – Москва: ФГУ «Межведомственная ихтеологическая комиссия», 2009. – 35 с.;

12. Воскресенский К.П. Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках, ручьях и временных водотоках (Методические основы и практика)/ К.П. Воскресенский. – Ленинград: Гидрометеорологическое изд-во, 1956. – 467 с.;

13. Приказ МПР РФ от 30.11.2007 N 314 "Об утверждении Методики расчета водохозяйственных балансов водных объектов" [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». Версия Проф. – Последнее обновление 29.12.2007;

14. Тимченко З. В. Расчёт характеристик изменчивости годового стока рек западной части южного берега Крыма и северо-западных склонов Главной гряды Крымских гор при отсутствии гидрометрических наблюдений / З. В. Тимченко // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов.— 2009. — №29. — С. 163—170;

15. Ресурсы поверхностных вод. – Л.: Гидрометеоиздат, 1973;

16. Паспорт реки Западный Булганак. – Симферополь: Крымгипроводхоз, 1995. – 95 с.;

17. Волкова Н.Е. Мониторинг водных объектов Крыма, как составляющая устойчивого социально-экономического развития / Н.Е. Волкова, В.В. Попович // Ежемесячный научный журнал НАУ. – 2015. – №8. – С. 122-125.

Volkova N., Zakharov R.

## DIFFERENTIATED IRRIGATION AS A STEP TO THE RATIONAL USE OF WATER RESOURCES

**Abstract.** Conversion to watersupplying of the Crimean region due to own sources resulted in forming of watershortage. It negatively affected all of industries of national economy, in particular case on the irrigated agriculture. For the improvement of the formed situation complex approach is needed, it includes: finding the balance of interests of all waterusers, rational use of water resources and water objects; observance of principle of not violation and maintenance, but if necessary, conducting the measures on the improvement of the ecological state of rivers basins. Introduction of differentiated irrigation on local flow principles can combine in itself a row from resulted higher constituents and in future become a step on the way of improvement of the existent system of steady waterusing. It is most expedient in transition to strategic manegemant of the region water resources in general.

**Keywords:** irrigated agriculture, local flow, differentiated irrigation, control monitoring, strategic manegemant, water resources.

УДК 502/504

## МЕТОД РАСЧЕТНОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА КРУПНЫХ ГОРОДОВ ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА

Графкина М.В. \*, Кузин П.А. \*, Софиев М.А. \*\*

\*Университет Машиностроения

\*\*FMI, Atmospheric Composition Department

E-mail: yell19@bk.ru\*

**Аннотация:** Представлена упрощенная программа расчета загрязнения атмосферы крупных городов выхлопами автотранспорта, на основе адаптированной финской модели. CAR-FMI (Contaminants in the Air from a road, By the Finnish Meteorological Institute). Показана сходимость результатов экспериментов по определению концентрации оксида азота в атмосфере города вблизи автодороги в различные моменты времени, полученных расчетным путем и инструментальными измерениями.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, загрязнение атмосферы, автотранспорт, методы расчета загрязнений.

### Введение

Одной из важных особенностей загрязнения атмосферы крупных городов является доминирование автотранспорта по сравнению с другими источниками выбросов. В РФ насчитывается более 150 городов с преобладающим вкладом выбросов автотранспорта в валовые выбросы (более 50 %)[1]. По данным ГИБДД в 2014 году в Москве количество зарегистрированных машин составляет около 5,5 миллионов. Стоит отметить, что ежегодно в Москве становится на 8-10% автомобилей больше. Если посмотреть на статистику по годам, то можно увидеть, что каждый год в Москве регистрируется 350-400 тысяч единиц автотранспорта[2]. Особенно велика роль в загрязнении окружающей среды грузового автотранспорта[3]. Поэтому совершенствование мониторинга (как инструментального, так и расчетного) загрязнения воздуха урбанизированных территорий выхлопами автомобилей является весьма актуальной задачей. Расчетные методы позволяют оперативно прогнозировать изменения в окружающей среде, связанные с загрязнением от автотранспорта и метеорологическими условиями и при необходимости оперативно принимать управленческие решения по оптимизации качества среды обитания.

Можно выделить как минимум четыре группы основных факторов, оказывающих определяющее воздействие на режим рассеяния примеси от автотранспорта в городских условиях:

- 1) характеристика застройки (наличие дворов-«колодцев», уличных каньонов);
- 2) интенсивность автотранспортных потоков;
- 3) расположение и характеристики стационарных объектов автотранспортного комплекса (автозаправки, станции автосервиса, стоянки автотранспорта);
- 4) элементы улично-дорожной сети[4].

Для моделирования процессов загрязнения воздуха и построения полей концентраций на малых и средних расстояниях от источника выбросов (что

наиболее близко отражает физическую картину загрязнения атмосферы автомобильными выбросами в черте городской застройки) существует два подхода:

- на основе законов рассеивания по формулам Гаусса, который предполагает оценку распределения концентраций загрязнителей вдоль координатных осей:

- на основе теории массопереноса (так называемые, «градиентные» модели или К-модели, основанные на решении уравнений турбулентной диффузии).

За рубежом широко используются различные версии гауссовых моделей. К таким моделям относятся – американские модели HIWAY-2, CALINE-4 (California Line Source Model), GM (General Motors), GFLSM (General Finite Line Source Model), финская модель – CAR-FMI (Contaminants in the Air from a road, By the Finnish Meteorological Institute).

В РФ применяются модели на основе К-теории, которые базируются на уравнениях турбулентной диффузии и являются наиболее проработанными в теоретическом плане. Россия занимает лидирующее место в мире по этим моделям [5]. Однако, коммерческая составляющая в реализации отечественных методик предопределила попытку к адаптации зарубежных моделей, которые широко апробированы и представлены в открытом пользовании. Использование адаптированной модели CAR-FMI позволит получать данные сопоставимые с результатами европейских исследователей, т.к. Гауссовы модели официально рекомендованы Европейской экономической комиссией, метеослужбами ряда стран.

### Основной раздел

Нам представилась возможность изучить финскую модель CAR-FMI (Contaminants in the Air from a road, By the Finnish Meteorological Institute) и разработать упрощенную программу расчета загрязнений в зависимости от ряда факторов, прежде всего от скорости ветра, от размера «облака

выброса», интенсивности дорожного движения и расстояния от магистрали и т.д.

В программу заложены следующие показатели:

- NRO-количество измерений
- PVM-день года, отчет от 1го Января
- KLO-местное время, ч
- PT-количество легкового транспорта за час, 1/ч
- HT-количество тяжелого транспорта за час, 1/ч
- U<sub>3</sub>-скорость ветра измеренная на высоте 3.5 метра, м/с
- DEG-направление ветра (угол)
- DEG=0 ветер параллельно дороге, ветер с юга, юго-запада
- DEG=180 ветер параллельно дороге, ветер с севера, севера-востока
- T-температура, К
- 1/L- 1/ линия Монино-Обухова, 1/м
- NO<sub>x</sub>-концентрация NO<sub>x</sub> на высоте, мкгр/м<sup>3</sup>
- NO<sub>2</sub>-концентрация NO<sub>2</sub> на высоте, мкгр/м<sup>3</sup>
- O<sub>3</sub>-концентрация O<sub>3</sub> на высоте, мкгр/м<sup>3</sup>
- NOXB- фоновая концентрация, мкгр/м<sup>3</sup>
- NO2B-фоновая концентрация, мкгр/м<sup>3</sup>
- O3B-фоновая концентрация, мкгр/м<sup>3</sup>
- Qtot-полная эмиссия NO<sub>x</sub> от всего трафика, мкгр/мс
- x, y, z –координаты точки, м
- H- эффективная высота источника загрязнения
- Z<sub>i</sub>-высота перемешивания, м
- σ<sub>y</sub>, σ<sub>z</sub>-размеры факела, м
- σ<sub>v</sub>, σ<sub>w</sub>- Стандартные отклонения турбулентной флуктуации скорости в горизонтальном и вертикальном направлении
- p-половина длины линейного источника, м
- I<sub>y</sub>-интенсивность горизонтальной турбулентности
- I<sub>z</sub>-интенсивность вертикальной турбулентности
- U\*-скорость трения, м/с
- Z0-Шероховатость поверхности, м
- C-концентрация загрязняющего вещества в точке с координатами x, y, z в момент времени, мкгр/м<sup>3</sup>
- C<sub>ref</sub>-средняя концентрация загрязняющих веществ, мкгр/м<sup>3</sup>
- C<sub>delta</sub>-полученная средняя концентрация загрязняющих веществ(когда мы изменяем какой-либо параметр), мкгр/м<sup>3</sup>

Для расчета концентрации загрязняющего вещества используем уравнение:

$$C = \frac{Q_1}{2\sqrt{2}\pi\sigma_z(u \sin \theta + U_0)} \left[ \exp\left(-\frac{(2-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(2+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \times \left[ \operatorname{erf}\left(\frac{\sin \theta(p-y) - x \cos \theta}{\sqrt{2}\sigma_y}\right) + \operatorname{erf}\left(\frac{\sin \theta(p+y) + x \cos \theta}{\sqrt{2}\sigma_y}\right) \right] \quad (1)$$

В данном уравнении дополнительно по известным зависимостям рассчитывались размеры «облака выброса» [6]: σ<sub>y</sub> и σ<sub>z</sub>.

Схема измерений показана на рис.1.

Возможности данной модели и результаты расчетного эксперимента по мониторингу загрязнения атмосферного воздуха показаны на графиках (рис.2- 12), где представлены значения концентрации оксида азота в различные моменты времени, полученные расчетным путем и инструментальными измерениями.

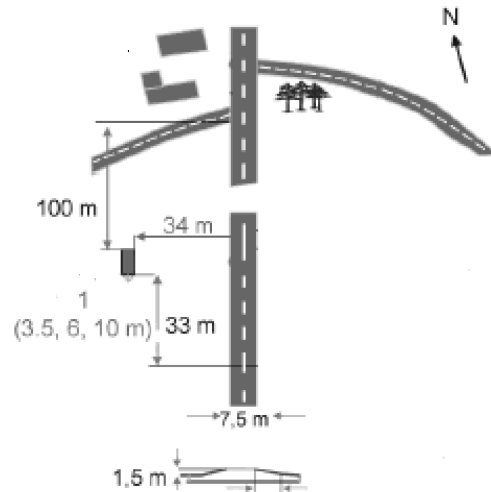


Рис. 1. Схема измерения

Анализ данных, представленных на рис. 2 показывает, что прослеживается явная корреляция, подтверждающая достаточно высокую точность применяемой модели. Очевидное несовпадение наблюдается в 20 часов 279 дня от начала года и 8 часов 282 дня объясняется тем, что в момент проведения измерений ветер дул вдоль дороги и эти данные программой не воспринимались. Данные, которые заложены в расчет по этому графику по Z<sub>i</sub> - высота перемешивания, м (300 м)

U<sub>3</sub>- скорость ветра, измеренная на высоте 3.5 метра, м/с;( в каждый момент времени скорость ветра разная, т.е для каждой точки на графике своя скорость ветра)

σ<sub>y</sub>σ<sub>z</sub>- размеры факела (облака выброса), м;( σ<sub>y</sub>=8,565954; σ<sub>z</sub>=7,8875)

z - координаты точки, м (3,5 м)

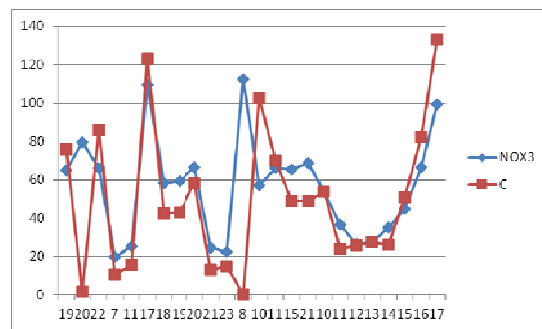


Рис.2. Расчетные и измеренные концентрации

Далее приводятся результаты расчетного эксперимента в зависимости от вариации различных параметров факторов, заложенных в программу:

- $Z_i$  - высота перемешивания, м
- $U_3$  - скорость ветра, измеренная на высоте 3.5 метра, м/с;
- $\sigma_y\sigma_z$  - размеры факела (облака выброса), м;
- $z$  - координаты точки, м

Анализ данных на рис 3-4. показывает, что изменение параметров высоты перемешивания  $Z_i$  незначительно сказывается на концентрации загрязняющего вещества. На рис.3 приведены результаты изменения концентрации при  $Z_i=50$  м, а на рис.4 при  $Z_i=3000$  м.

При  $Z_i=50$  м концентрация загрязняющих веществ незначительно увеличивается на 2 %:

$$C_{delta}/C_{ref}=1,02$$

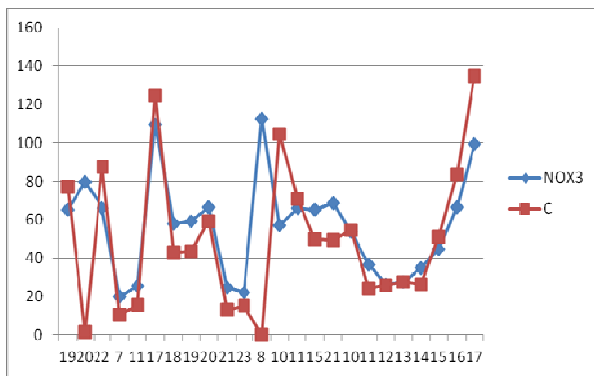


Рис. 3. Изменение концентрации при  $Z_i=50$  м

При  $Z_i=3000$  м концентрация загрязняющих веществ незначительно уменьшается (на 1 %):

$$C_{delta}/C_{ref}=0,99$$

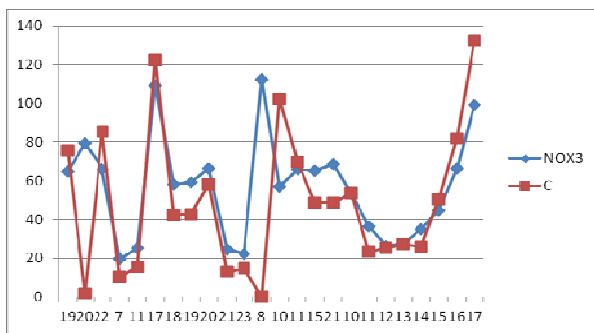


Рис. 4. Изменение концентрации при  $Z_i=3000$  м

Анализ данных на рис 5-6. показывает, что изменение параметров скорости ветра, измеренной на высоте 3.5 метра, м/с -  $U_3$  существенно влияет на значения концентрации загрязняющего вещества.

На рис. 5 приведены результаты изменения концентрации при уменьшении  $U_3$  в 2 раза, при этом концентрация загрязняющих веществ увеличивается в 2 раза:

$$C_{delta}/C_{ref}=2 .$$

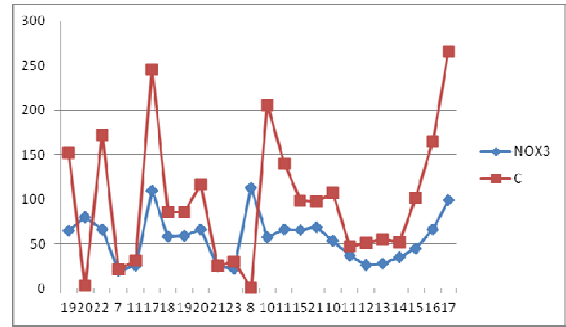


Рис. 5. Изменение концентрации при уменьшении  $U_3$  в 2 раза

На рис 6 приведены результаты изменения концентрации при увеличении  $U_3$  в 2 раза, при этом концентрация загрязняющих веществ уменьшается в 2 раза:

$$C_{delta}/C_{ref}=0,5$$

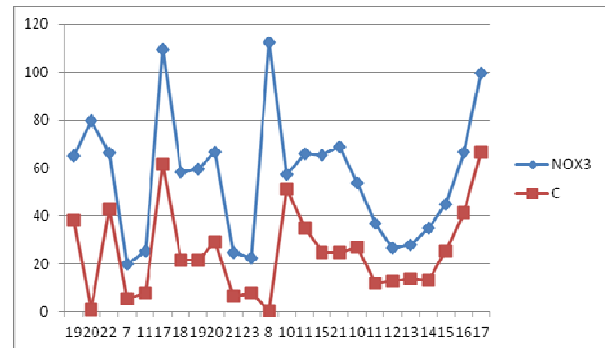


Рис. 6. Изменение концентрации при увеличении  $U_3$  в 2 раза

Далее приведены результаты, полученные при изменении параметров факела или облака выбросов. Результаты при уменьшении  $\sigma_z$  в 2 раза представлены на рис.7.

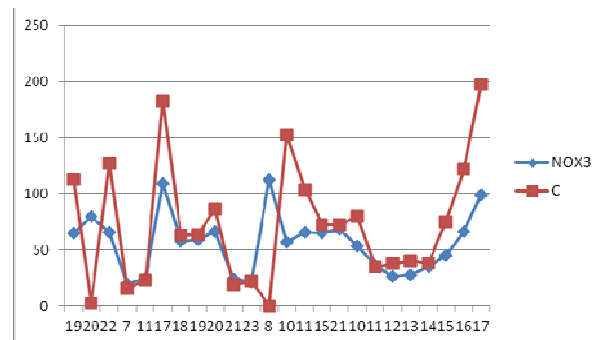


Рис. 7. Изменение концентрации при уменьшении  $\sigma_z$  в 2 раза

При этом концентрация загрязняющих веществ увеличивается на 49%

$$C_{delta}/C_{ref}=1,49$$

На рис.8 показаны результаты расчета при увеличении  $\sigma_z$  в 2 раза

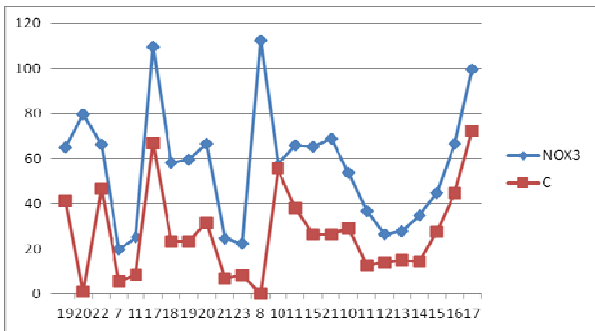


Рис. 8. Изменение концентрации при увеличении  $\sigma_z$  в 2 раза

Концентрация загрязняющих веществ уменьшается на 46%

$$C_{\text{delta}}/C_{\text{ref}}=0,54$$

На рис 9-10 показаны результаты расчета при изменении величины  $G_y$  (рис. 9 - уменьшение в 2 раза, рис.10 увеличение в 2 раза).

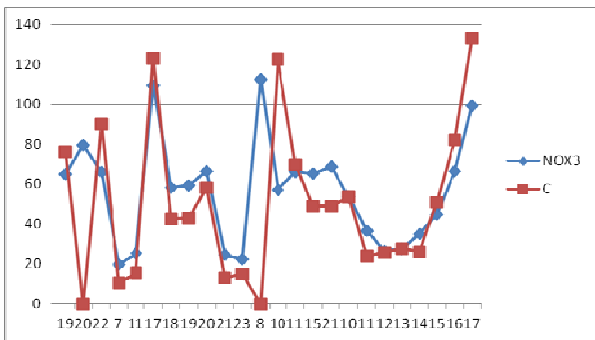


Рис. 9. Изменение концентрации при уменьшении  $\sigma_y$  в 2 раза

Концентрация загрязняющих веществ незначительно увеличивается на 2 %:

$$C_{\text{delta}}/C_{\text{ref}}=1,02$$

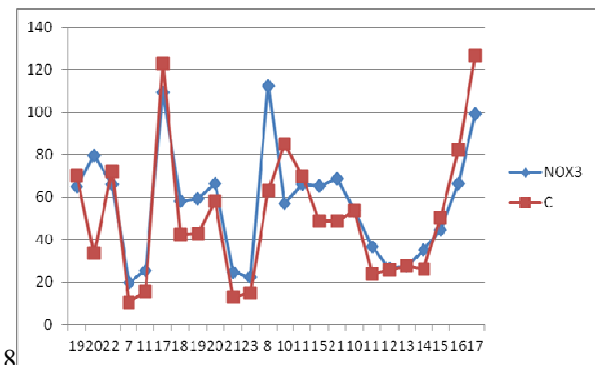


Рис.10. Изменение концентрации при увеличении  $\sigma_y$  в 2 раза

Концентрация загрязняющих веществ незначительно увеличивается на 4%:

$$C_{\text{delta}}/C_{\text{ref}}=1,04$$

На рисунках 11-14 показаны результаты расчета при изменении величины  $z$  (рис. 11 – уменьшаем до 1 метра; рис. 12 – увеличиваем до 10

метров; рис. 13 – увеличиваем до 20 метров; рис. 14 – увеличиваем до 30 метров).

9)Изменяем  $z$  (уменьшаем до 1 метра)

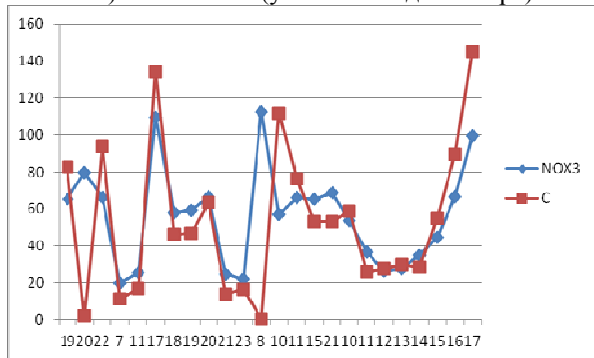


Рис. 11 Изменение концентрации при уменьшении  $z$  до 1 метра

Концентрация загрязняющих веществ увеличивается на 9%

$$C_{\text{delta}}/C_{\text{ref}}=1,09$$

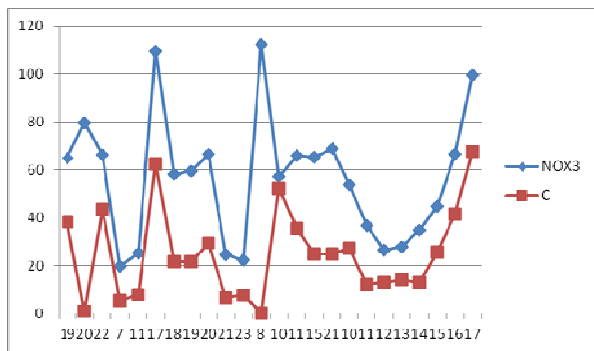


Рис. 12 Изменение концентрации при увеличении  $z$  до 10 метров

Концентрация загрязняющих веществ уменьшается на 50%

$$C_{\text{delta}}/C_{\text{ref}}=0,5$$

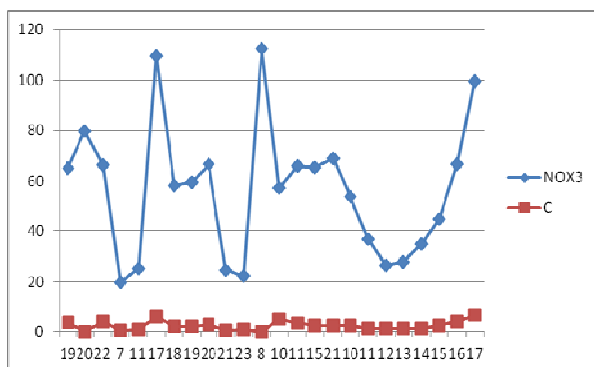


Рис. 13 Изменение концентрации при увеличении  $z$  до 20 метров

Концентрация загрязняющих веществ уменьшается на 96%

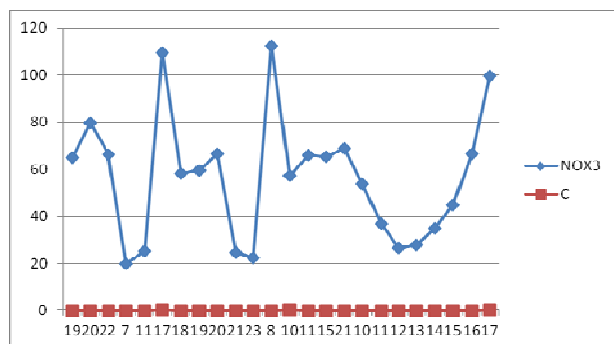


Рис. 14 Изменение концентрации при увеличении z до 30 метров

Концентрация загрязняющих веществ уменьшается почти на 100%

$$C_{\text{delta}}/C_{\text{ref}}=0,001$$

### Вывод

Из графиков видно, что наиболее важные факторы на изменение концентрации оказывают:

z, U3, Gz

Вариация различных параметров выявила, что наибольшее влияние на концентрацию загрязнений оказывают следующие факторы: z, U3, σz (соответственно –высота измерения, скорость ветра, измеренная на высоте 3.5 метра, размеры факела («облака выброса»).

Таким образом, разработана упрощенная адаптированная модель на основе CAR-FMI, которая показала хорошие результаты сходимости расчетного и инструментального мониторинга. Выявлено, что различные факторы могут оказывать существенное влияние на значение концентрации загрязняющего вещества. Данная программа позволяет прогнозировать изменение концентрации

загрязняющих веществ на территории города в зависимости от метеорологических условий и координат контрольных точек.

### Список литературы

1. Петрухин, В.А. Загрязнение городской атмосферы автотранспортом и экологический риск здоровью населения: методология и опыт оценок / 66. В.А. Петрухин, В.А. Виженский, В.В. Донченко. М., 2001.

2. Официальный сайт ГИБДД МВД России <http://www.gibdd.ru/>

3. Графкина М.В., Наянов Е.А. Мировая тенденция применения альтернативного топлива на спецтранспорте // Сборник статей Межд. научно-практ. Конф. Научный Центр "Аэтерна"-Уфа, 2014. - С. 11-13.

4. Цыплакова Е.Г., Литовка О.П., Янкевич Ю.Г. Оценка экологической опасности безгаражного хранения автотранспорта и его воздействия на состояние селитебных территорий исторической части Санкт-Петербурга. // Журнал Российской академии наук. Региональная экология. № 1-2.(26)2006.- с. 88-93.

5. Ложкина О.В. Анализ физико-математических моделей атмосферной диффузии применительно к оценкам воздействия автотранспорта на городскую среду/О.В. Ложкина, В.В. Попов, А.Д. Кузнецова. – СПб.: НПК «Атмосфера» при ГГО им. А.И. Воейкова, 2005. – 116 с

6. Harkonen J., Valkonen E., Kukkonen J., Rantakrans E., Lahtinen K., Karppinen A., Jalkanen L., 1996. A model for the dispersion of pollution from a road network. Finnish Meteorological Institute, Publications on Air Quality 23. Helsinki, 34 p.

Grafkina M.V., Kuzin P.A., Sofiev M.A.

## METHOD OF CALCULATION MONITORING OF AIR POLLUTION OF MAJOR CITIES, TRANSPORT EMISSIONS

**Abstract:** The paper Presents a simplified calculation program of air pollution of large cities the emissions from vehicles, based on an adapted Finnish model. CAR-FMI (Contaminants in the Air from a road, By the Finnish Meteorological Institute). Convergence of results of experiments on the determination of the concentration of nitrogen oxide in the atmosphere of the city near a road at different points of time, obtained by calculation, and instrumental measurements.

**Keywords:** environmental monitoring, air pollution, vehicles, methods of calculation of pollution.

УДК 551.49(477.9)

## ВОДООТБОР И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ПРИГОДНЫЕ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В КРЫМУ

Лущик А.В.,\* Горбатюк Н.В.,\* Морозов В.И.\*\*

\* Академия Строительства и Архитектуры КФУ им.В.И.Вернадского,г.Симферополь, ул. Киевская 181

\*\*Экспертный водный Совет, Симферополь, РК

**Аннотация:** Рассматриваются вопросы изученности, формирования подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения в Крыму под влиянием природных и природно-техногенных факторов, приводятся примеры влияния водоотбора из основных эксплуатируемых водоносных горизонтов на качественный состав и количество подземных вод. Обосновываются мероприятия, необходимые для рационального использования подземных вод как основного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения.

**Ключевые слова:** подземные воды, формирование, водоотбор, эксплуатационные запасы.

### Введение

Полуостров Крым находится в зоне недостаточного увлажнения и поэтому вопрос водоснабжения является исторически актуальным. В Крыму, традиционно для водоснабжения, используются поверхностные воды (доля подземных вод составляет 9,1%), несмотря на то, что последние являются наиболее надежным источником водоснабжения во все возможные периоды жизнедеятельности [1]. В середине 60-х годов прошлого столетия в Крым стали поступать воды из Каховского водохранилища по Северо-Крымскому каналу, что значительно улучшило общие условия водоснабжения и прежде всего для орошаемого земледелия. В последние два года, в связи с прекращением подачи воды из Каховского водохранилища, обеспечение Крыма водой осложнилось. Особенно острой стала проблема хозяйственно-питьевого и сельскохозяйственного водоснабжения Керченского полуострова. В настоящее время эксплуатационные запасы подземных вод всех эксплуатируемых водоносных горизонтов, утвержденные Государственными комиссиями по запасам, согласно данным государственного научно-производственного предприятия «Геоинформ Украины» (далее ГНПП), используются только на 20% [2]. Запасы подземных вод утверждались, преимущественно, в середине второй половины прошлого столетия, сроком до 27-ми лет. За прошедшее время изменился их качественный состав на отдельных водозаборах и на региональном уровне, что отмечается в ежегоднике ГНПП за 2010 год. Все перечисленное выше указывает на необходимость рассмотрения особенностей формирования хозяйственно-питьевых подземных вод, под влиянием природных и природно-техногенных факторов, в настоящее время с целью объективного представления о необходимых мероприятиях для дальнейшего рационального их использования.

### Состояние изученности

Изучение гидрогеологических условий и особенностей формирования подземных вод в

Крыму развивались одновременно с хозяйственным освоением региона, и находилось в прямой зависимости от потребности в водных ресурсах. В первой фундаментальной работе по формированию подземных вод Крыма [3] выделяется четыре периода изученности: до середины XIX века; от середины XIX века до 1920 г. XX века; от 1920 г. до середины 1941 г. (начало Отечественной войны); с 1945 г. до начала 70-х годов XX века. В 60-е – 90-е годы XIX столетия А. Конради, Н.А. Головкинский, Г.Д. Романовский, Ю. Листов и др., впервые обосновывают описывают особенности формирования подземных вод Крыма на основе результатов, полученных при бурении и опробовании первых скважин на воду в Равнинном Крыму и изучения источников в Горном Крыму. В течение 1906 – 1922 гг. систематическое изучение подземных вод проводит П.А. Двойченко. В его работах рассматриваются отдельные аспекты влияния водоотбора на формирование подземных вод. После 1920 г., в связи с развитием хозяйственной деятельности в Крыму, подземные воды исследуются различными организациями: Крымводхозом, Крымским геологическим трестом, Крымгеолбюро и др. С 1925 г. по 1940 г. проводятся гидрогеологические съемки в Равнинном Крыму, на Керченском полуострове для решения вопросов водоснабжения и орошения. Создаются специальные режимные станции в Равнинном Крыму и на Южном берегу. Обобщенные материалы результатов наблюдений приводятся в работах И.Г. Глухова, Е.А. Ришес. Накопленный большой фактический материал по результатам гидрогеологических исследований в Крыму обобщил К.И. Маков и привел в работе [4], где впервые рассматриваются особенности взаимосвязи и качества подземных вод напорных водоносных горизонтов и основы гидрогеологического районирования. В период 1947 – 1965 гг. выполнялись специализированные гидрогеологические съемки в масштабах 1:200 000 – 1:50 000 для организации водной мелiorации, строительства системы Северо-Крымского канала (СКК) в Равнинном Крыму, на Керченском полуострове, в Предгорье и в более крупных масштабах в Горном Крыму при поисково-разведочных работах на твердые полезные ископаемые. Специальные гидрогеологические работы проводились для хозяйственно-питьевого водоснабжения,

при поисках промышленных и минеральных вод, углеводородного сырья. Результаты этих исследований были использованы для составления первой фундаментальной работы. В этой работе рассматривались: региональные условия формирования подземных вод, преимущественно под влиянием природных факторов, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения; перспективы использования минеральных и термальных вод; обосновывались гидрогеологические направления мелиоративных работ в Равнинном Крыму, особенности охраны и искусственного пополнения подземных вод (В.Г. Ткачук, С.В. Альбов, Е.А. Ришес, В.А. Куришко, Е.В. Львова, О.Е. Фесюнова, Н.М. Заезжев, В.И. Самулева), а также приводятся результаты впервые выполненного гидрогеологического районирования, на основе геолого-структурного принципа, согласно которому в пределах Крыма выделены области, районы (Е.А. Ришес, М.В. Чуринов) [3]. Эта работа стала научно-практической основой для продолжения гидрогеологических исследований в Крыму в последующие годы, которые были выполнены в два периода (с 1965 г. по 1990 г. и с 1991 г. по 2014 г.).

В период 1965 – 1990 гг., гидрогеологические исследования проводились по следующим направлениям: детальная разведка подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения; опытно-разведочные исследования с целью обоснования участков перспективных для искусственного пополнения подземных вод; специальные комплексные гидрогеологические исследования для целей мелиорации (гидрогеологические съемки масштаба 1 : 50 000, опытные работы, режимные наблюдения); наблюдения в системе мониторинга за подземными водами эксплуатируемых водоносных горизонтов и первых от поверхности водоносных горизонтов в пределах влияния водозаборов, гидротехнических сооружений, на орошаемых землях, в городских агломерациях и других населенных пунктах; поисково-разведочные работы на промышленные, минеральные и термальные воды.

Во время производства этих гидрогеологических исследований выполнен большой объем буровых, опытных работ, получены новые данные о: формировании и распространении подземных вод в четвертичных и неогеновых отложениях в южной части Причерноморского артезианского бассейна (Равнинный Крым); балансе подземных вод карстовых верхнеюрских отложений Горного Крыма; эксплуатационных запасах подземных вод аллювиальных четвертичных отложений Южного берега Крыма; результатах мониторинга подземных вод основных эксплуатируемых и первых от поверхности водоносных горизонтов. Полученные данные обобщались и анализировались в регионах, Центральной тематической экспедиции (в

настоящее время ГНПП), научно-исследовательских институтах Геологической отрасли, Академии наук Украины и представлены в работах, посвященных, преимущественно, рассмотрению особенностей формирования подземных вод под преобладающим влиянием техногенных факторов, которые не потеряли актуальности до настоящего времени. Следует отметить работы указанных направлений Н.А. Белокопытовой, В.Н. Дублянского, Г.Н. Дублянской, Н.Н. Капинос, А.В. Лущика, В.И. Морозова, Н.С. Огняника, А.Б. Ситникова, А.А. Сухороброва, В.М. Шестопалова, М.А. Шинкаревского, Ю.И. Шутова, Е.А. Яковлева и др. [5–11].

В 70 – 80-х годах XX-го столетия проводились специальные гидрогеологические исследования по искусственному пополнению запасов подземных вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов неогена в Равнинном Крыму. При выполнении работ по пополнению запасов подземных вод в Крыму были получены положительные результаты, которые позволили разработать методические рекомендации и обосновать технические мероприятия для пополнения подземных вод в карстовых отложениях бассейновым и скважинным методами. Проведены опытно-эксплуатационные испытания пополнения запасов подземных вод этими методами, результаты которых внедрены для практического использования и приведены в опубликованных работах П.К. Гурьбы, А.А. Коджаспирова, А.В. Лущика, В.И. Морозова, В.Т. Щегликова и др.

Гидрогеологические исследования в Крыму (1965 – 1990 гг.) выполнялись под общим методическим руководством научных сотрудников институтов ВСЕГИНГЕО Мингео СССР (г. Москва), геологических наук АН УССР (г. Киев) А.Е. Бабинца, Н.Н. Биндемана, Б.В. Боровского, В.М. Гольдберга, В.С. Ковалевского, А.А. Коноплянцева, Ф.А. Руденка, С.М. Семенова, Л.С. Язвина, В.М. Шестопалова и др. При выполнении исследований также использовались разработки М. Е. Альтовского, Ф.М. Бочевера, И.К. Гавич, Д.М. Каца, В.А. Кирюхина, С.Р. Крайнова, М. Лукнера, В.А. Мироненка, К.А. Питьевой, В.Г. Румынина, В.М. Швеца, В.М. Шестакова, D. Daly, N. Goldscheider, O. Schmoll и др.

В период с начала 90-х годов прошлого столетия происходило общее снижение развития экономики, в том числе и геологоразведочных работ. Однако, в этот период продолжалось изучение режима подземных вод основных эксплуатируемых горизонтов, грунтовых вод на массивах орошаемого земледелия, обобщение результатов ранее выполненных исследований, эколого-гидрогеологический анализ состояния подземных вод отдельных водозаборов, разрабатывались методические положения по эколого-гидрогеологическому картированию мелкого и среднего масштабов, составлялись полистные гидрогеологические карты масштаба 1 : 200 000 с учетом новых данных по стратиграфическому расчленению горных пород (зоны аэрации, водовмещающих и водоупорных). Следует отметить научно-практическое значение ежегодников, издаваемых ГНПП «Геоинформ Украины», где

приводятся обобщенные данные о состоянии подземных вод, при преобладании влияния на их формирование техногенных факторов, выделяются основные очаги загрязнения, приводятся результаты использования ресурсов и запасов подземных вод по гидрогеологическим регионам и административным структурным единицам. В опубликованных работах И.Б. Абрамова, Б.М. Данилишина, С.П. Иванюты, А.В. Лущика, Г.Г. Лютого, Н.С. Огняника, С.А. Рубана, В.М. Шестопалова, М.А. Шинкаревского, Е.А. Яковлева и др. [12–19]. основное внимание уделяется вопросам изменения формирования подземных вод под влиянием водоотбора, гидротехнических сооружений, орошения, в населенных пунктах, оценке эколого-гидрогеологических условий, активизации и развитию современных геологических процессов (подтопления, оползней, сейсмичности, суффозии, карстовых, тиксотропии, проседаний лессовых горных пород и оседаний над горными выработками поверхности земли, набухания глин).

Приведенный обзор состояния изученности и литературных источников позволяет отметить, что в настоящее время в Крыму имеются фондовые и опубликованные материалы, необходимые для обоснования региональных особенностей формирования подземных вод под влиянием природно-техногенных факторов и изменений качественного состава подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Поэтому, целью работы является обоснование особенностей формирования подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения, под влиянием природных и природно-техногенных факторов в Крыму. Цель работы обусловила основные задачи, к которым относятся: уточнение, на основе новых данных, природных особенностей формирования подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения; оценка последствий воздействия техногенных факторов на формирование подземных вод основных гидрогеологических структур Крыма; анализ региональных изменений под влиянием природно-техногенных факторов, качественного состава подземных вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов; обоснование мероприятий, необходимых для рационального использования хозяйственно-питьевых подземных вод.

#### **Методика, обоснование объекта и предмета исследований**

Для выполнения данных исследований использовались традиционные методы: анализ, систематизация, обобщение опубликованных и фондовых материалов, математические, системного анализа, картографические и компьютерные технологии.

Согласно результатам анализа изученности и общим методическим положениям в качестве объекта исследований рассматриваются подземные

воды Крыма, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения, а предметом исследований являются особенности их формирования под влиянием природных, и природно-техногенных факторов.

#### **Результаты исследований**

В пределах Крымского полуострова выделяются три крупные гидрогеологические структуры (Южное крыло Причерноморского артезианского бассейна, гидрогеологическая провинция складчатой области Горного Крыма, западное замыкание Азово-Кубанского артезианского бассейна), в состав которых входят гидрогеологические области второго порядка, районы [3; 4]. Формирование подземных вод в каждой гидрогеологической структуре имеет свои особенности, но основными общими природными факторами их формирования являются следующие: тектонические, геологическое строение, геоморфологические, климатические и гидрологические. Инфильтрационный период формирования подземных вод в Крыму, в формате близком к современному, начался в конце плиоцена – начале плейстоцена (около 2 млн. лет тому назад). Климат в пределах Крыма в то время был более влажным, чем в настоящее время, в связи с наступлением ледников и смещением границы циклонов к югу. Интенсивные осадки и их инфильтрация были основными источниками замещения минерализованных седиментационных вод в отложениях юры, мела, палеогена, неогена инфильтрационными водами [3; 4; 7].

В Горном Крыму при инфильтрации атмосферных осадков, в юрских известняках верхнего этажа продолжалось формирование пресных (до 1,0 г/дм<sup>3</sup>) карстовых, преимущественно гидрокарбонатных кальциевых вод, с последующим накоплением и перемещением к местам разгрузки через многочисленные родники, а также субмарины в прибрежной зоне моря. Общий сток составляет около 500 млн. м<sup>3</sup>/год, в том числе, подземный сток около 314 млн. м<sup>3</sup>/год. В горных породах нижнего этажа (сланцы триас-юры), формируются минерализованные хлоридные натриевые, гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые воды с минерализацией превышающей 1,5 г/дм<sup>3</sup> и содержащие сероводород до 40,0 мг/дм<sup>3</sup> [3].

В Равнинном Крыму формирование пресных напорных вод в породах неогена также началось в конце неогена – начале плейстоцена, когда закончилось образование основной области питания в Предгорье, находящейся на абсолютных отметках более 100 м над уровнем моря. Разгрузка вод, формирующихся в напорных водоносных горизонтах, происходила в Черное море на северо-западе и юго-западе полуострова, в зоне выходов известняков неогена в море, и на северо-востоке в зоне тектонических нарушений (на нулевых и отрицательных абсолютных отметках).

Особенности формирования напорных вод неогеновых водоносных горизонтов (основных эксплуатируемых) под влиянием природных факторов описываются в работах [3; 4] и дополняются результатами ретроспективного анализа гидрогеодинамических условий по состоянию на 1890 – 1905 гг. [7], т.е. на начало водоотбора, когда

региональный режим подземных вод еще не был нарушен. Определяющие природные факторы формирования подземных вод этого региона те же, что и для Горного Крыма. Основная область питания находится в Предгорье. Подземные воды, в отложениях неогена, перемещались от области питания под влиянием гидродинамического давления (по схеме сообщающихся сосудов). В области питания гидродинамическое давление превышало давление в областях разгрузки более чем на 10 атм. Основным процесс инфильтрационного питания непосредственно атмосферными осадками дополнялся инфильтрацией из рек, временных водотоков, пересекающих область питания и аллювиальных четвертичных водоносных горизонтов. Общее инфильтрационное питание составляет примерно 1,04 млн. м<sup>3</sup>/сутки, или 379,6 млн. м<sup>3</sup>/год (только для водоносных горизонтов неогена в Равнинном Крыму). От области питания подземные воды в отложениях неогена движутся на северо-запад, север, северо-восток и юго-запад. При скоростях фильтрации в понт-меотических и сарматских водоносных горизонтах, в среднем равных, соответственно, 0,036 и 0,017 м/сутки [7], за весь период существования этих горизонтов могло произойти примерно 105 циклов водообмена. Скорости движения уменьшаются по мере погружения неогеновых отложений. У осевой части Причерноморской впадины (перешеек Крымского полуострова) и в зонах разгрузки они в 5,5 – 6,0 раз меньше, чем в пределах области питания. В приосевой части Причерноморской впадины встречаются два потока: южный – от областей питания в Крыму и северный – от питания неогеновых напорных водоносных горизонтов северного борта Причерноморской впадины водами реки Днепр (в настоящее время и водами Каховского водохранилища). В связи с этим образовалась зона замедленной фильтрации, где, практически, сохранились хлоридные натриевые воды с минерализацией 25 – 30 г/дм<sup>3</sup>, близкой к минерализации опресненного плиоценового морского бассейна, который длительное время сохранялся в этом районе.

От области питания в Предгорье к зонам разгрузки на северо-западе и северо-востоке образовались потоки пресных гидрокарбонатных кальциевых, гидрокарбонатно-сульфатных кальциево-магниевых, гидрокарбонатных натриевых вод с минерализацией от 0,3 до 0,7 г/дм<sup>3</sup> на всю мощность понтических, меотических и средне-верхнесарматских отложений, которые в Северо-Сивашской гидрогеологической области не разделяются водоупорными слоями. Северо-западный поток контактирует с зоной подпора. В нем, на севере Крыма за 12 – 15 км от зоны подпора, в нижних слоях водоносных отложений неогена встречены остаточные седиментационные хлоридные натриевые воды, минерализация и

мощность которых повышаются на север от широты на уровне сел Воронцовка-Орловка до г. Красноперекопска, соответственно от 1,2 г/дм<sup>3</sup> до 5,5 – 30,0 г/дм<sup>3</sup>, и от первых метров до 175 и более метров, переходя в полностью минерализованные воды в осевой части Причерноморской впадины (на севере Северо-Сивашской гидрогеологической области). Минерализованные воды от городов Армянска – Красноперекопска распространены на восток до 67 – 70 км. Северо-западный поток свободно разгружается в Черное море, а северо-восточный в системе тектонических нарушений в перекрывающие его отложения.

Подземные воды, движущиеся на юго-запад, были основными источниками питания неогеновых водоносных горизонтов Альминской впадины. Разгружались эти водоносные горизонты на значительном расстоянии от берега Черного моря на абсолютных отметках менее нуля. При удалении от области питания в Предгорье, в пределах Белогорского прогиба (на северо-восток, восток) и в Альминской впадине (на юго-запад, юг), на погружении водоносных отложений происходит повышение минерализации и уменьшение мощности пресных инфильтрационных вод. В нижних отложениях разреза, как и в Северо-Сивашской гидрогеологической области, появляются минерализованные воды и сероводород, содержание которого достигает 6,8 мг/дм<sup>3</sup>. Наличие сероводорода обусловлено миграцией его по зонам тектонических нарушений и образованием при десульфатизации воды в восстановительной среде (процесс перехода сульфатов в сульфиды). Это подтверждается уменьшением сульфатов в воде более чем в 5 раз [3; 7]. Напорные водоносные горизонты в отложениях понта, меотиса, среднего и верхнего сармата, кроме территорий в областях питания, перекрыты песчано-глинистыми отложениями среднего и верхнего плиоцена и четвертичного возраста, мощностью до 40 м увеличивающейся от областей питания, т.е. на большей части распространения эти водоносные горизонты относятся к категории защищенных, или условно защищенных в природных условиях. Регионально выдержанная толща, подстилающих глини нижнего сармата, отделяет водоносные горизонты понта, меотиса, среднего и верхнего сармата от напорного водоносного горизонта среднего миоцена. Напоры этого горизонта на погружении превышают напоры верхних горизонтов до 10 м и более. Коэффициенты водопроницаемости его более чем на порядок ниже, чем в верхних миоценовых горизонтах. В связи с более низкой водообильностью, глубоким залеганием и особенностями состава вод он менее практически востребован. Воды этого водоносного горизонта на погружении гидрокарбонатные, хлоридные натриевые с минерализацией в 50 – 70 км от области питания, превышающей 1,5 г/дм<sup>3</sup> и содержат сероводород более 3,0 мг/дм<sup>3</sup>, имеют температуру +20°C и выше.

Минерализация и температура основных водоносных неогеновых горизонтов, соответственно, не превышают 0,7 г/дм<sup>3</sup> и +15°C. Водоносные горизонты в четвертичных, плиоценовых, палеогеновых,

нижнемеловых, юрских отложениях, с водами пригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения, имеют ограниченное распространение только в Предгорье, в долинах рек и не являются основными источниками водоснабжения в Равнинном Крыму [1–4; 7].

На юго-западе Керченского полуострова развиты практически безводные глины майкопа, а в северо-западной части распространены отложения неогена, содержащие слабо напорные воды с минерализацией более 1,5 г/дм<sup>3</sup>. На северо-востоке полуострова подземные воды в отложениях неогена образуют малые артезианские бассейны в мульдах, преимущественно с минерализацией вод 3 – 10 г/дм<sup>3</sup> до 65 г/дм<sup>3</sup> в зонах замедленного движения в центрах мульд. Только в краевых частях мульд, у областей питания, минерализация воды не превышает 2,0 г/дм<sup>3</sup>. На Керченском полуострове, в районе оз. Чокрак, вскрыты скважинами сероводородные воды от слабо минерализованных (2 – 3 г/дм<sup>3</sup>) сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатных натриево-кальциевых с содержанием сероводорода 10 – 20 мг/дм<sup>3</sup> до сильно минерализованных (20 – 35 г/дм<sup>3</sup>) хлоридных натриевых с содержанием сероводорода до 250 мг/дм<sup>3</sup> и выше. На юго-востоке полуострова, в районе оз. Тобечикского и с. Костырино, вскрыты термальные хлоридно-гидрокарбонатные воды (до +52°C) с минерализацией 11 – 17 г/дм<sup>3</sup> [3].

Эксплуатировались подземные воды, преимущественно, неогеновых и четвертичных горизонтов в пределах Равнинного Крыма, Предгорья, Керченского полуострова, а юрских, меловых, палеогеновых и четвертичных горизонтов в Горном Крыму и Предгорье. Вода отбиралась из родников и колодцев. Первые скважины на неогеновые водоносные горизонты были пробурены в конце XIX столетия в Равнинном Крыму. За десятилетие с 1890 г. по 1900 г. было введено в эксплуатацию 173 скважины. Водоотбор развивался достаточно интенсивно и уже за десятилетие (1931 – 1940 гг.) было пройдено 756 скважин, а в 1961 – 1970 гг. – 1419 скважин. Ко второй половине 60-х годов прошлого столетия, несмотря на приход вод Северо-Крымского канала, число скважин на подземные воды основных эксплуатируемых неогеновых водоносных горизонтов по сравнению с началом эксплуатационного водоотбора увеличилось в 8,2 раза, а по сравнению с 30-ми годами в 1,9 раза. При этом, в 60-е годы скважины бурились диаметрами более чем в 1,5 – 2,0 раза превышающими диаметры ранее пробуренных скважин и оборудовались глубинными насосами в 5 – 7 раз большей производительности. Все это обусловило увеличение водоотбора в летнее время, в связи с использованием подземных вод для орошения, только в Северо-Сивашском артезианском бассейне в 6,8 раза и формирование региональных депрессионных воронок практически

перехватывающих поток пресных вод от области питания в Предгорье [2; 5–11].

В осевой части Причерноморской впадины (зона подпора) находились и находятся седиментационные минерализованные воды в отложениях неогена, уровни которых превышали динамические уровни в зоне интенсивного водоотбора более чем на 2,0 м, что обусловило движение их к югу и замещение пресных вод минерализованными со скоростью до 440 м/год. Этот процесс происходил по всей линии контакта пресных и минерализованных вод (около 70 км) на севере Крыма и в результате остались без пресной воды г. Краснопереконск, с.с. Почетное, Филатовка, Уткино и др. [5; 7; 8; 9]. Замещение пресных вод минерализованными водами продолжалось более 5 лет и прекратилось только тогда, когда не стали использовать пресные подземные воды для орошения. Это произошло после ряда постановлений директивных органов Украины, запретивших отбор пресных подземных вод для орошения и указывающих на необходимость использования для него только вод Северо-Крымского канала.

Водоотбор вызвал подтягивание морских вод в Альминском бассейне к основным водозаборам на неогеновые водоносные горизонты и к водозаборам аллювиальных водоносных горизонтов в долинах рек Южного берега. В последнее 25-летие, в связи с общим уменьшением водоотбора эти процессы частично прекратились.

Однако, нарушение качественного состава подземных вод продолжалось под влиянием различных видов хозяйственной деятельности, обуславливающей нарушение эколого-гидрогеологических условий. Во всех гидрогеологических бассейнах Крыма по данным, приведенным в работе [2], имеются очаги загрязнения и ухудшения качества отбираемых вод, в том числе и на отдельных водозаборах централизованного водоснабжения с утвержденными эксплуатационными запасами подземных вод. В Равнинном Крыму и частично Предгорье выявлено (по состоянию на 2010 г.) 39 очагов загрязнения подземных вод четвертичных, неогеновых, палеогеновых водоносных горизонтов южного борта Причерноморского артезианского бассейна. Загрязнение имеет, практически, региональное распространение. Наиболее распространены нарушения качественного состава подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, обусловленные превышающими ПДК содержаниями нитратов, железа, пестицидов, тяжелых металлов, нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов и общей жесткостью, минерализацией. Например, в очагах загрязнений превышают ПДК в подземных водах содержания нитратов, лития, стронция, марганца, никеля, соответственно, в 3,7; 11; 3,5; 9,6; 1,9 раза [2].

В пределах Гидрогеологической провинции складчатой области Горного Крыма отмечается загрязнение нитратами и повышенный индекс бактерий групп кишечных палочек (БГПК) в аллювиальных, палеогеновых, меловых и юрских водоносных горизонтах. По данным на 2009 г. существовало более 10

очагов указанных выше загрязнений (преимущественно родники), где индекс БПК достигает 28 – 2380 колоний образующих единиц (КОЕ)/дм<sup>3</sup>. Бактериологическое загрязнение подземных вод установлено в районах городов Симферополя, Севастополя, Ялты, Алушты и др. населенных пунктов. Очаги загрязнения подземных вод выявлены в долинах рек Южного берега и карстовых вод в пределах наиболее посещаемых территорий [2]. Обусловлено это тем, что практически все аллювиальные и карстовые водоносные горизонты незащищены, или недостаточно защищены (по данным специальной картографической оценки защищенности подземных вод Крыма, выполненной в конце 70-х годов прошлого столетия в масштабе 1:200 000). Защищенность подземных вод изменяется во времени под влиянием техногенных факторов, на что указывают выявленные фактически загрязненные водоносные горизонты в пределах отдельных водозаборов и бассейнов, где по данным ранее выполненной оценки они относились к защищенным [6–11].

Загрязнение подземных вод и ухудшение их качественного состава происходят на фоне незначительного использования эксплуатационных запасов, утвержденных государственными и территориальными комиссиями по запасам, преимущественно во второй половине прошлого столетия. По состоянию на 2009 г. прогнозные

ресурсы подземных вод всех горизонтов составляют – 1300,8 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, а разведанные и утвержденные запасы – 1182,38 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, т.е. 91% от общих ресурсов. В тоже время осваивается прогнозные ресурсы – 26%, разведанных запасов – 20% [2]. При этом из осваиваемых прогнозные ресурсы используются воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения, производственных целей, сельского хозяйства, орошения, розлива и сбрасываются без использования, соответственно в (%): 71; 8,8; 5,3; 3,8; 0,02 и 11,3. Приведенные показатели использования прогнозные ресурсы и эксплуатационных запасов подземных вод указывают на наличие значительного резерва, который возможно использовать. Это подтверждается приведенными в работах [22; 23] показателями количества подземных вод в Крыму и расчетами возможного их использования, в первую очередь, для хозяйственно-питьевых целей. В указанных статьях приводятся два показателя среднего потребления воды населением Крыма на человека, по состоянию на 2014 г., 90 л/сутки (90 дм<sup>3</sup>/сутки) и возможное увеличение до 200 л/сутки (200 дм<sup>3</sup>/сутки). Кроме того, согласно СНиП2.04.01-85 «Внутренние водопроводы и канализация зданий» в зданиях с водопроводом и канализацией рекомендованное потребление воды на одного человека должно составлять 360 л/сутки (360 дм<sup>3</sup>/сутки). Потребление подземных вод рассматривается исходя из численности населения в Крыму – 1,96 млн. человек и 2,5 млн. человек [23] и возможном увеличении ее до 3,2 млн. человек (таблица 1).

Таблица 1.

Динамика использования утвержденных запасов подземных вод, при различных вариантах потребления воды в сутки одним человеком и изменяющейся общей численности населения в Крыму. [22; 23]

Количество воды, потребляемой человеком в сутки, л (м <sup>3</sup> )	Численность населения в Крыму (на 2014 г. и перспективу), млн. чел	Количество потребляемой воды от утвержденных запасов подземных вод, в процентах	Примечание
1	2	3	4
90 (0,09)	1,96	15	Показатель 3,2 млн. чел., приводится как прогнозный при возможном 30% приросте населения.
	2,50	19	
	3,20	24	
200 (0,2)	1,96	33	
	2,50	42	
	3,20	54	
360 (0,36)	1,96	60	
	2,50	76	
	3,20	97	

Из анализа данных, приведенных в таблице 1, следует, что при увеличении населения Крыма до 3,2 млн. человек и потреблении воды по 90 – 200 л/сутки на человека, водоотбор не превысит 24% и 54% от утвержденных эксплуатационных запасов. Следует отметить, что при потреблении всем населением в 3,2 млн. человек по 360 л/сутки водоотбор составит 97% от утвержденных запасов и 88% от прогнозные ресурсы. Таким образом, количество утвержденных запасов удовлетворяет потребности

в питьевой воде для населения Крыма и остаются еще подземные воды для использования в других отраслях экономики, которое в настоящее время составляет 25% от потребления воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

На основании обобщения и анализа результатов исследований Казенного предприятия (КП) «Южэкогеоцентр» (в настоящее время ГУП РК «Крымгеология»), выполненных за последние двадцать лет, В.И. Морозов обосновал возможность увеличения водоотбора из различных эксплуатируемых водоносных

горизонтов в пределах Равнинного Крыма, Предгорья, Горного Крыма примерно на 269 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, для уменьшения дефицита питьевого водоснабжения, возникшего в связи прекращения подачи воды из Каховского водохранилища, которое не приведет к значительным изменениям в существующем балансе между прогнозными ресурсами, утвержденными эксплуатационными запасами и водоотбором, потому что водоотбор составит, соответственно, 47% и 43%.

Количество подземных вод, необходимых для хозяйственно-питьевого водоснабжения может удовлетворить современные и растущие потребности, но качественный состав их требует уточнения. На это указывают данные об очагах загрязнения, приведенных в работах [1; 2; 5–11; 23]. Эти сведения о загрязнении подземных вод не полностью отражают уровень существующей техногенной опасности. При их выявлении не учитывалось наличие: не менее 70% сельских населенных пунктов без канализации и очистных сооружений; автозаправочных станций (АЗС); хранилищ углеводородов, жидких, твердых бытовых отходов; 21 водохранилища и 817 прудов, с общими объемами воды 336,8 млн.м<sup>3</sup> и 80,7 млн.м<sup>3</sup>; водопроводов, нефте-газопроводов, канализационных и других линейных сооружений.

Одним из важнейших факторов, определяющих развитие регионального загрязнения, является подтопление, развивавшееся на площадях орошаемого земледелия, в пределах промышленно-городских агломераций и других населенных пунктов. В 1982 г. было подтоплено 4,15% всей площади полуострова, а в 2004 г. – 16,4%, то есть ежегодно площади подтопления увеличивались на 0,56% (150,24 км<sup>2</sup>), при, практически, одинаковом среднегодовом природном увлажнении. Притом, происходило это на фоне общего уменьшения использования воды с 1990 г. по 2001 г. в 2 раза, в том числе для хозяйственно-питьевых целей в 1,5 раза и промышленности в 2,3 раза. За тот же период времени потери при транспортировке воды, в водоводах различного типа, увеличились в 1,97 раза. По результатам анализа состояния водоводов, водопроводных и канализационных сетей в Крыму, около 41% из них – ветхие [13; 14; 16], что и является основной причиной увеличения площади подтопления в населенных пунктах. Этот процесс не только оказывает отрицательное влияние на условия жизнедеятельности, но и способствует региональному загрязнению подземных вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов Крыма. Подтопление вызывается подъемом уровня первых от поверхности земли грунтовых водоносных горизонтов, в тоже время уровень основных водоносных горизонтов, из которых происходит водоотбор, понижается на водозаборах и прилегающим к ним территориям (образуются депрессионные воронки водоотбора).

При этом увеличиваются гидродинамическое давление и происходят процессы переноса загрязняющих компонентов в системе «горные породы зоны аэрации – грунтовые воды – слабоводопроницаемые горные породы – подземные воды эксплуатируемых горизонтов». Особенно активно эти процессы проявляются в зонах тектонических нарушений [5; 8–13; 17–21].

Поэтому, в условиях недостаточного природного увлажнения, подтопление стало доминирующим современным геологическим экзогенным процессом и одним из ведущих факторов регионального изменения качественного состава подземных вод в Равнинном Крыму и Предгорье. Подтоплено большинство населенных пунктов и городов (Симферополь, Феодосия, Керчь, Красноперекопск, Советское и др.), Изменения качественного состава подземных, по числу и пространственному распределению источников и очагов загрязнения подземных вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов в пределах всех гидрогеологических областей Крыма, практически достигло регионального уровня [2; 5–7; 10; 12–14; 16; 18]. В настоящее время, несмотря на существовавшую в течение последних 25 лет тенденцию уменьшения потребления воды для всех видов хозяйственной деятельности, происходило формирование постоянного регионального источника качественного изменения (загрязнения) подземных вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов и изменения их естественной защищенности [2; 5–14].

Согласно данным, приведенным в пресс-релизе Минприроды Крыма «Бесперебойное водоснабжение Республики Крым» от 30 января 2015 мероприятия, намеченные Планом первоочередных мероприятий /действий/ по обеспечению бесперебойного хозяйственно-бытового питьевого водоснабжения Республики Крым, утвержденного приказом Минприроды России от 24.09.2014 № 417 (далее «План»), постановлением Совета министров Республики Крым от 18.08.2014 № 270 определены мероприятия, среди которых одним из важнейших является обеспечение г. Керчи и др. населенных пунктов восточного Крыма водой, пригодной для хозяйственно-питьевого водоснабжения, выполняются. Выполнение, предусмотренных «Планом» мероприятий, безусловно, улучшит условия обеспечения водой определенное количество населенных пунктов на какой-то промежуток времени, но возникает вопрос на какой. Ответ на этот вопрос могут дать только результаты специальных гидрогеологических исследований, выполненных с целью переоценки эксплуатационных запасов по существующим месторождениям (водозаборах) и региональная оценка эксплуатационных запасов и ресурсов подземных вод. Необходимость этих специальных гидрогеологических исследований подтверждается прежде всего существующими требованиями к срокам, на которые утверждаются эксплуатационные запасы подземных вод. Эти сроки превышены, преимущественно, от

нескольких до десятков лет и это при наличии источников постоянного регионального и локального техногенного загрязнения в сложных природных гидрогеологических условиях [2; 3; 5; 7; 12–14; 17]. На необходимость переоценки эксплуатационных запасов подземных вод указывается в работах [15; 16; 18; 23]. При наличии данных о качественном состоянии подземных вод в пределах региона и на отдельных водозаборах возможно прогнозирование и оценка эксплуатационных запасов, уточнение ресурсов подземных вод и создание математических постоянно действующих моделей с использованием компьютерных технологий, что позволит не только прогнозировать ожидаемые изменения гидрогеологических условий, но и управлять водоотбором, поддерживать рациональное использование подземных вод.

### Выводы

Оценить возможность использования подземных вод в качестве гарантированного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения с прогнозируемым временем сохранения качественного состава, удовлетворяющего нормативным требованиям, и заданных необходимых уровнях водоотбора, возможно только при одновременном выполнении заданий «Плана» и приведенных ниже мероприятий:

- региональной оценки качественного состава подземных вод основных эксплуатируемых и смежных с ними водоносных горизонтов. Установления уровня реальной взаимосвязи между исследуемыми горизонтами. Эти работы необходимо выполнить по всем гидрогеологическим областям, потому что между ними существует гидравлическая связь;

- выполнения регистрации, картирования и оценки уровня опасности источников загрязнения. Установления связи этих источников с уже выявленными очагами загрязнения в эксплуатируемых и смежных с ними водоносных горизонтах, а также в горных породах зоны аэрации;

- региональной и локальной оценки качественного состава вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов, выявление и определение степени опасности источников загрязнения позволят уверенно выполнить переоценку утвержденных эксплуатационных запасов подземных вод, установить возможные объемы отбора подземных вод без ухудшения их качества во времени и пространстве.

Одновременно с рекомендованными выше работами необходимо анализировать и совершенствовать существующую систему гидрогеологического мониторинга, приводить его в соответствие с изменяющимися условиями формирования подземных вод. Задачи существующего мониторинга следует расширить и

перевести его на уровень эколого-гидрогеологического комплексного мониторинга, главной задачей которого должно быть не фиксирование осуществившихся «событий» – изменения качества подземных вод и гидрогеодинамических условий, а предупреждение возможного их возникновения и минимизация отрицательных последствий.

Для этого должны быть организованы наблюдения не только за количественными и качественными показателями, характеризующими состояние подземных вод, но и за источниками и очагами загрязнения.

Для целей управления и рационального использования подземных вод необходимо составление постоянно действующих картографических электронных моделей, позволяющих по данным мониторинга, практически в реальном масштабе времени, вносить необходимые поправки, возникающие в процессе эксплуатационного водоотбора, и принимать любые управленческие решения.

Создание картографических постоянно действующих электронных моделей и необходимых для их функционирования электронных баз данных значительно сократит затраты на поддержание оптимального рационального режима эксплуатации подземных вод, потому что при необходимости дорогостоящие полевые работы будут выполняться целенаправленно с максимальным использованием накопившегося фондового материала, результатов комплексного эколого-гидрогеологического мониторинга, что обеспечит стабильную возможность управления эксплуатационным водоотбором.

### Список литературы

1. Устойчивый Крым. Водные ресурсы. /Под редакцией В.С. Тарасенка. – Симферополь: Изд-во «Таврия», 2003. – 413 с.
2. Стан підземних вод України (щорічник) /Відповідальний за випуск зав. відділом обліку ресурсів підземних вод Н.Г. Пишна. – К.: ДНВП «Геоінформ України». 2010. – 118 с.
3. Гидрогеология СССР, том VIII, Крым. /Редактор В.Г. Качук – М.: «Недра», 1971. – 364 с.
4. Маков К.И. Подземные воды Причерноморской впадины. – М.: Госгеолтехиздат, 1940. – 215 с.
5. Лущик А.В., Мелешин В. П. Влияние водоотбора на взаимосвязь неогеновых водоносных горизонтов Равнинного Крыма. //Материалы конференции, посвященной 25-летию Крымского отдела Географического общества СССР. «Проблемы географии Крыма». – Симферополь, 1971. – С. 60 – 64.
6. Лущик А.В. Проблемы рационального использования запасов пресных подземных вод в районе Степного Крыма. //Водные ресурсы, № 4, 1976. – С. 106 – 114.
7. Подземные воды карстовых платформенных областей Украины /А.В. Лущик, В.И. Морозов, В.П. Мелешин и др. – Киев: Наук. думка, 1981. – 199 с.
8. Лущик А.В. Формирование гидрохимического режима подземных вод в карбонатных отложениях под влиянием орошения в Равнинном Крыму //Пражский

конгресс интернациональной ассоциации гидрогеологов. Материалы. Том XVI, книга 3. – Прага, 1982. – С. 307 – 315.

9. Лущик А.В., Морозов В.И., Мелешин В.П., Улитина А.А. Формирование подземных вод как основа гидрогеологических прогнозов. // Материалы I-й Всесоюзной гидрогеологической конференции. Т. 2. – М.: Наука, 1982. – С.111–113.

10. Дублянский В.Н., Лущик А.В., Морозов В.И. и др. //Проблемы рационального использования и охраны геологической среды Крыма и прилегающих районов. – Киев: ИГН АН УССР, 1990. – 48 с.

11. Лущик А.В. Прогноз изменений гидрогеологических условий под влиянием водоотбора // Разведка и охрана недр, № 9, 1973. – С. 52–54.

12. Рубан С.А., Шинкаревский М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України (монографія) – К.: УкрДГРІ, 2005. – 572 с.

13. Яковлев С.О. Анализ влияния современного stanu водопроводно-канализационных і теплоэнергетичних мереж місті селищ України на їх інженерно-геологічну та соціально-економічну безпеку// "Світ геотехніки", 2007, №1. – С. 4–12.

14. Яковлев С.О., Іванюта С.П. Просторово-часовий розвиток підтоплення земель у містах і селищах міського типу як головний фактор техногенезу їхнього геологічного середовища. Національна безпека: український вимір: зб. наук. зб. /Рада нац. безпеки і оборони України. Ін-т пробл. Нац. безпеки: редкол.: Горбулін В.П. (голов. ред.) [та ін. ]. – К. 2008. Вип. 1–2 (20–21). С. 112–119.

15. Лютий Г.Г. Забезпечення проведення в Україні переоцінки перспективних та прогнозних

ресурсів підземних вод. //Матеріали науково-технічної конференції "Прикладна геологічна наука сьогодні: здобутки та проблеми". 5 – 6 липня 2007 р. м. Київ. – К.: Укр. ДГРІ, 2007. – С. 198–199.

16. Безпека регіонів України і стратегія її гарантування. Природно-техногенна (екологічна) безпека Т.1. /За редакцією Б.М. Данилишина. – К.: Наукова думка, 2008. – 389 с.

17. Оценка защищенности и уязвимости подземных вод с учетом зон быстрой миграции / Шестопапов В.М., Богуславский А.С., Бублясь В.Н. Научно-инженерный центр радиогидроэкологических полигонных исследований. Институт геологических наук НАН Украины. – Киев. 2007. – 120 с. ISBN 978-966-413-068-1

18. Екологія України : навчальний посібник /Від. ред. акад. НАН України В.М.Шестопапов. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. 671 с. ISBN 978-966-439-457-1

19. Эколого-гидрогеологический мониторинг территорий загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами /Н.С. Огняник, Н.К. Парамонова, А.Л. Брикс. – К.: LAT & K. – 2013. – 253 с. ISBN978-966-2944-85-3.

20. Ситников А.Б. Динамика влаги и солей в почвогрунтах зоны аэрации. – Киев: Наукова думка, 1986. – 150 с.

21. Гольдберг В.М., Скворцов Н.П., Проницаемость и фильтрация в глинах – М.: Недра, 1986. – 161 с.

22. Крым в деталях. Сайт о развитии Крыма. Информационный ресурс: <http://www.krimspec.org/infrastructura/vod>

23. Кизяев Б.М. Проблемы водоснабжения на Крымском полуострове и поиск их решения / Б.М. Кизяев, С.Д. Исаева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 2–6.

Lushik A.V., Gorbatyuk N.V., Morozov V.I.

## ABSTRACTION AND ITS IMPACT ON GROUNDWATER SUITABLE FOR DRINKING WATER SUPPLY IN CRIMEA

**Abstract:** Discusses issues of knowledge, formation of groundwater suitable for drinking water supply in Crimea under the influence of natural and anthropogenic factors, provides examples of the impact of water intake from the main exploited aquifer on the qualitative composition and quantity of groundwater. Justified the measures necessary for the rational use of groundwater as the main source of domestic water supply.

**Keywords:** groundwater, formation, withdrawal, exploitation reserves.

УДК 624.131.1(478.9)

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОТ ПРОЦЕССА АБРАЗИИ

Садыкова Г.Э., Иваненко Т. А.

Академия Строительства и Архитектуры КФУ им.В.И.Вернадского,г.Симферополь, ул. Киевская 181

E-mail: gulchere@ukr.net; sapronovat@mail.ru

**Аннотация:** В работе рассмотрены результаты анализа эколого-геологических условий и мониторинговых исследований прибрежных территорий Крыма. Проведена оценка абразионного риска для перспективных для использования участков западного побережья Крыма. Рассчитан полный и удельный (приведенный к единице площади) экономический риск потерь, обусловленных разрушением или повреждением территории в зоне воздействия абразии.

**Ключевые слова:** оценка природного риска, Западный берег Крыма, экзогенные геологические процессы, абразия

### Введение

Современные природные экзогенные процессы, которые проявляются повсеместно, являются одним из источников природного риска.

Риск потери прибрежных территорий при проявлении экзогенных геологических процессов (ЭГП), различных по занимаемой площади и объему, является одним из ведущих факторов при решении градостроительных, проектных и других задач, размещении зданий, сооружений и других объектов хозяйства - от отдельных строительных объектов до их систем в пределах небольших градостроительных образований и населенных пунктов.

В береговой зоне западного побережья Крыма наиболее распространенными природными ЭГП являются развитие эрозии, абразии, оползней и обвалов, разрушение берега, являющихся источниками риска. Эти условия определяют специфику и детальность локальной оценки природных экологических рисков применительно к прибрежным территориям Крыма.

### Анализ исследований и публикаций

Принципы и методы оценки опасности и риска, связанные с проявлением экзогенных геологических процессов, в настоящее время разработаны слабо. Анализом состояния этой проблемы занимался ряд авторов. Среди них можно выделить работы А. Л. Рагозина, А. И. Шеко, В. С. Круподерова и др [1]. Подходы к изучению опасности и риска разнообразны. Ряд авторов Л. В. Бахирева, В. И. Осипова, Г. Л. Кофф [2] определяют геологический риск как вероятность проявления природных и техногенных геологических процессов в определенном районе. Е. П. Емельянова [3] определила интенсивность развития ЭГП как количество форм на единицу длины или площади, а также длины или площади, занятой ЭГП, от общей длины или площади обследованной территории. В настоящее время в качестве количественного показателя оценки интенсивности проявления ЭГП используется пораженность территории процессом, которая оценивается площадным или линейным коэффициентом. Коэффициент пораженности является не только количественным показателем

интенсивности проявления процесса, но и в интегральной форме характеризует взаимодействие всех факторов, степень их влияния на данный процесс. Классификация рисков А. Л. Рагозина [4] включает в себя ряд таксономических единиц: классы, группы, типы. Все риски подразделяются на три класса: природные, социальные и природно-социальные. Классы подразделяются на группы. В классе социальных рисков выделяют две группы: природные и техноприродные. В группе природных рисков выделяют гидрогеологический, метеорологический, космический, смешанный, а в группе социальных рисков – горнодобывающий, химический, машиностроительный, автодорожный и т. д. Среди генетических типов выделены: сейсмический, оползневой, селевой и т. д. Риски различаются по масштабу и характеру воздействия, полноте учета, форме проявления, сфере фиксации, уровню воздействия на человека и экономику. Основным принципом оценки опасности воздействий ЭГП и риска является вероятностная оценка проявления того или иного процесса на территории. Кроме нее, учитываются также и энергетические характеристики процессов (скорость развития, площадь, на которой они проявляются, и т. д.).

### Постановка задач исследований

Цель данной работы заключалась в комплексном изучении эколого-геологических условий и результатов мониторинговых исследований прибрежных территорий Крыма для выявления показателей при оценке природных рисков.

Объектом исследований является сложная система прибрежной зоны, состоящая из подсистем суши, моря и берега, где размещены разнообразные природные ресурсы и взаимодействуют природные, экономические и социальные процессы. Такой объект предполагает не только комплексный (интегрированный) подход к управлению экологической ситуацией и использованием природных ресурсов, но дает и определенные преимущества.

Предметом исследования является оценка риска потери территории в результате воздействия

процесса абразии на семи участках западного побережья Крыма.

### Изложение материала и результаты

Оценка риска или анализ абразионного риска – это, прежде всего, современный механизм принятия научно обоснованных решений по уменьшению негативных последствий берегоразрушительных процессов с использованием ясных (для специалистов, лиц, принимающих решения и заинтересованной общественности) количественных показателей возможных социальных, экономических и экологических потерь. Под абразионным риском понимаются возможные экономические, социальные и (или) экологические потери, связанные с разрушением берегов морей, озер и водохранилищ под воздействием многочисленных негативных синергетически связанных денудационно-аккумулятивных процессов.

Основные этапы общей процедуры такого анализа включают прогноз берегоразрушений, оценку абразионного риска и принятие управленческих решений по уменьшению риска в порядке, определяемом по его значениям. Наиболее показательной мерой абразионных физических и экономических рисков являются безвозвратные потери ценных прибрежных территорий с расположенными в их пределах объектами экономики. Величина риска напрямую зависит от скорости разрушения берега, выраженной через величину отступления береговой линии.

Интерес к прикладным научным аспектам риск-анализа различных опасностей и наносимых ими потерь объясняется во многом отсутствием в настоящее время разумной альтернативы решения многочисленных экологических проблем, связанных со сбалансированным, т.е. безопасным развитием отдельных территорий, отраслей хозяйства, особенно в районах развития опасных природных и техноприродных процессов [5,6,7]. Результаты оценки риска позволяют выражать в единых количественных и сравнимых между собой показателях разнообразную фактическую и прогнозную информацию об опасностях как природного, так и любого другого генезиса, открывая возможность к научно обоснованному принятию управленческих решений при хозяйственном освоении прибрежных территорий Крыма.

Западный берег Крыма является малоосвоенной территорией для рекреационного природопользования. В настоящее время это побережье планируется под перспективную курортно-рекреационную застройку. Исследуемая территория располагается между мысом Лукулл на севере и г. Севастополь на юге (рис. 1).

На участке от г. Севастополя до оз. Кызыл-Яр средняя скорость абразии по результатам промеров створов на опорных абразионных участках составляла в период с 1976 по 1980 гг от

0,13 м до 0,38 м в год. Наиболее значительные отступления клифа происходят в устьях рек Кача и Альма, где размываются четвертичные суглинки. По мере подрезания волнами основания клифа, происходят обвалы, объемы которых достигают 2-3 тыс. м<sup>3</sup>. Обвалы наблюдаются в районе с. Берегового, мыса Керменчик, с. Андреевка, между устьями Кача и Бельбек. Относительно стабильными участками являются берега между мысом Лукулл и Керменчик, и на отрезке около 4-х км в районе пгт. Николаевка, где в разрезе пород преобладают песчаники и конгломераты [8,9,10,11]. Пляжи распространены повсеместно, ширина 10-15 м, у мысов сокращаются до нескольких метров, в отдельных точках, особенно после недавних обвалов, когда не успел перестроиться поперечный профиль берега, ширина достигает 30 метров. Колебания среднегодовой ширины пляжей по многолетним данным достигают 25 метров. В районе сел Береговое и Песчаное средняя ширина 15-20 метров, иногда сокращается до 10 м (участок от пансионата «Радуга» до с. Береговое) или расширяются до 30-ти (участок между с. Угловое и мысом Керменчик). Колебания среднегодовой ширины пляжей по многолетним данным достигают 25 метров. Высота береговых обрывов между оз. Кызыл-Яр и пгт. Николаевка колеблется от 8 до 20 метров, только в районе оползня у с. Берегового и мыса Керменчик обрывы поднимаются до 35 метров. Берег на всем протяжении активен, грунтовая дорога вдоль берега постоянно перемещается в сторону суши.

К югу от р. Альмы абсолютные отметки поверхности не спускаются ниже 30 метров, а южнее р. Качи приближаются к 40 метрам. Покровные галечники имеют от 2-х до 5-ти сцементированных слоев, общая мощность 10-15 метров. В разрезе так же наблюдаются песчаники, обваливающиеся на пляж крупными блоками, например, в с. Андреевка. Плотная цементация конгломерата и песчаника и в районе Альминских мысов, навалы глыб, как на пляже, так и в подводной части пляжа в значительной мере сокращают воздействие волнения [10].

Результаты проведенных автором наблюдений подтверждают, что наибольшая скорость горизонтальной абразии – 3,5 м/год при ширине пляжа 6м на побережье Каламитского залива приурочена к суглинкам голоцена слабо литифицированным. Верхнеплиоценовые глины и нижнечетвертичные, местами сцементированные галечники, абрадируются медленнее – 0,67 – 1,43 м/год и 0,325 – 0,440 м/год. Это объясняется различной прочностью пород, установленной полевыми опытами. В верхнеплиоценовых глинах встречаются линзы песчаников и конгломератов, повышающие прочность пород в обрыве, что способствует образованию мысов и мысоподобных выступов (м. Лукулл, возле пос. Береговое).

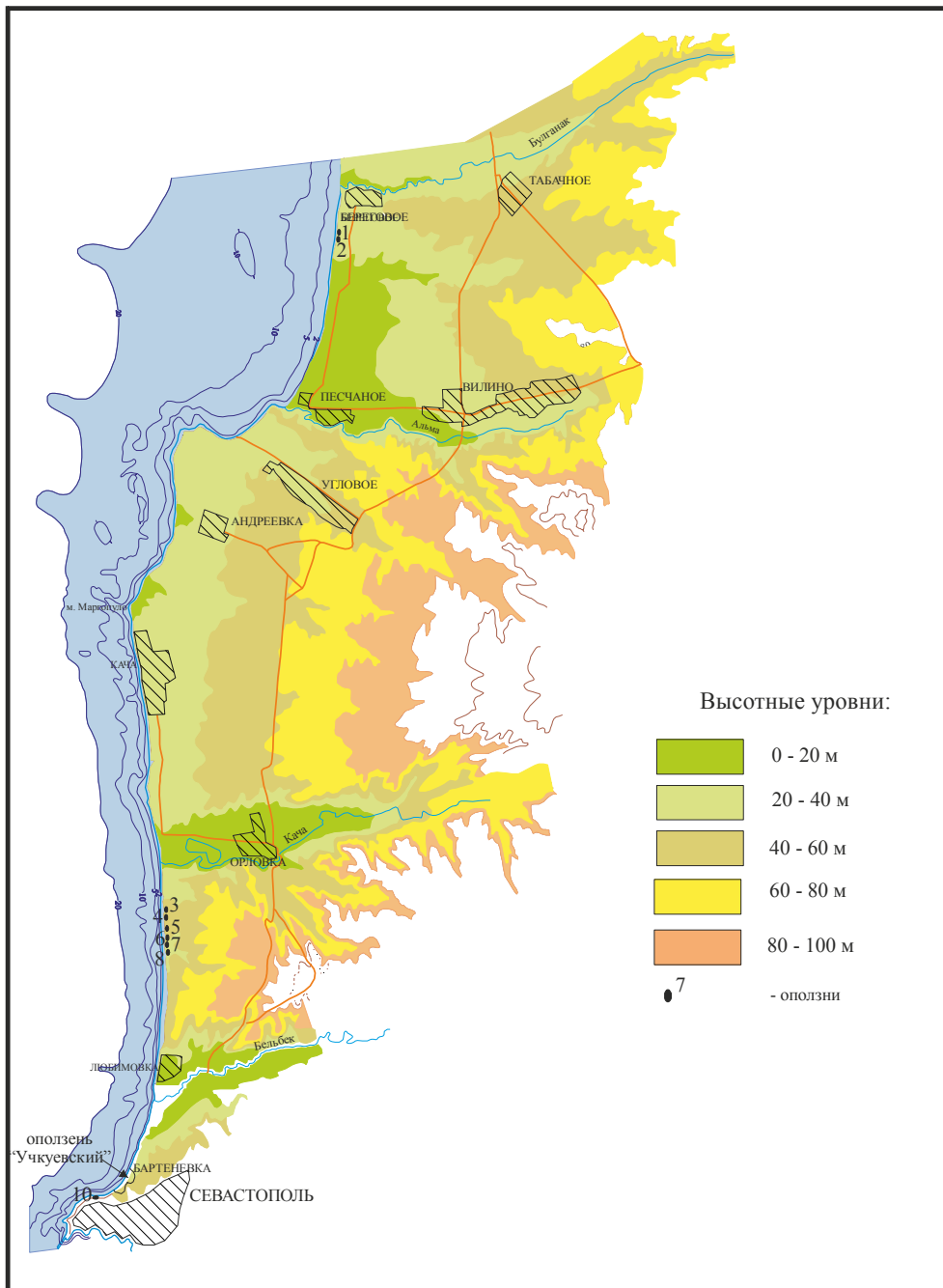


Рис. 1. Обзорная схема территории исследований

При отсутствии штормов в 5 и более баллов абразионная деятельность характеризуется низкой интенсивностью и составляет в среднем от 0,1 до 0,8 м/год, но локально на отдельных участках западного района, например в с. Береговое, между озерами Богайлы и Кизыл-Яр, наблюдается размыв берега до 2-3 м в год с обвалами до 1000 м<sup>3</sup>. Абразионные процессы на побережье приводят к возникновению оползней на клифах и создают угрозу для отдыхающих в рекреационных зонах. Наблюдения за обвальными процессами в береговом клифе между с. Любимовка и озером Кизыл-Яр показали, что максимальная интенсивность обвальных процессов имела место на 2-х участках между

озерами Богайлы и Кизыл-Яр. Бровка клифа отступала тут в результате возникновения оползней до 1 м в год (в среднем), объемы оползней – до 1 тыс. м<sup>3</sup>. Значительные смещения фиксировались так же между долиной реки Кача и мысом Лукулл (9 участков). В районе села Андреевка после строительства трех бун, которые перехватили вдольбереговую поток наносов, значительно сократилась ширина пляжей на север от бун и усилился абразионный размыв подошвы клифа. Между селами Песчаное и Береговое объемы обвалов на незакрепленном участке составили 500-600 м<sup>3</sup>. Между селами Береговое и пгт. Николаевка объемы обвалов – до 300 м<sup>3</sup>, на север от

пгт. Николаевка - до 200 м 3 (до озера Богайлы). Максимальная величина отступления клифа в результате абразии в 2006 году составила 2,5 метра в районе села Береговое [10].

Рассмотрим модель оценки природного риска для перманентной опасности типа абразии для отдельных участков Западного побережья Крыма.

Физический риск потери земель  $R_f(H)$  (1) и его удельное значение  $R_{sf}(H)$  (2) устанавливаются прямо через скорость развития процесса по формулам:

$$R_f(H) = V_n \cdot P(V_n) \cdot P(L) \cdot L_t \quad (1)$$

$$R_{sf}(H) = \frac{R_f(H)}{S_0} \quad (2)$$

где  $V_n$  – линейная скорость развития процесса (м/год);

$P(V_n)$  – вероятность реализации этой скорости, численно равная ее статической вероятности (равна 1);

$P(L) = V_m(H) = L_n/L_t$  – геометрическая вероятность линейного поражения (уязвимость) территории при протяженности границы развития процесса  $L_n$  и общей ее протяженности -  $L_t$ ;

$S_0$  – площадь оцениваемой территории (ширина пляжа, м).

Результаты оценки природного риска в зоне воздействия абразии на семи участках западного побережья Крыма представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Оценка природного риска в зоне воздействия абразионных процессов на Западном побережье Крыма

№ п/п	Наблюдаемый участок	Литология участка	Геол. ин-декс	Высота абрадируемого обрыва, м	Его экспоз.	Ширина пляжа в осн. обрыва, м***	Гориз. скорость абразии, м/год**	Объем отмыт. абр-ей масс, м <sup>3</sup> /пм в год
1	К северу от устья р. Бельбек	Алевролиты, глины желтовато-бурые с прослоями краснозема	N <sub>2</sub> <sup>2</sup>	$\frac{6-15.0^2}{9}$		$\frac{10-21^2}{16}$	1,02	9.18
2	Участок на левом склоне долины р. Кача	Суглинки темно-серые гумуссированные	Q <sub>4</sub>	<u>2.5</u>	С33 - 273°	$\frac{3-8}{6}$	3,50	8.75
3	Участок между устьем р. Кача и пос. Кача	Глины желтовато-бурые твердые, с прослоями песчаника, гравийно-галечниковых отложений	N <sub>2</sub> <sup>3</sup>	$\frac{20-26}{23}$	Ю3 - 267°	$\frac{10-26}{18}$	0,08	1.84
4	Участок между пос. Песчаное и Береговое (п/л «Бурлючонок»)	Галечники 5-ой Булганакской террасы с суглинистым заполнителем, местами сцементированные	Q <sub>1</sub>	$\frac{7.3-8.3}{8.1^\circ}$	Ю33 - 273	$\frac{13-19}{16}$	0,325	1.63
5	Участок к северу от п. Песчаное	Суглинки буровато-серые с прослоями и линзами галечников, в основании разреза – глины буровато-коричневые и красно-бурые	Q <sub>1</sub>	$\frac{8.8-9.9}{9.3}$	ЗС3 - 282°	$\frac{0-15}{10}$	0,44	4.09
6	Участок между с. Береговое – пгт. Николаевка	Глины желтовато-бурые, суглинки серые и желтые с прослоями гравийно-галечниковых отложений	N <sub>2</sub> <sup>3</sup>	$\frac{8-11}{10}$	3 - 270°	$\frac{13-20}{17}$	0,07	0.66
7	Участок между пгт. Николаевка и оз. Богайлы	Глины желтовато-бурые и буровато-коричневые с линзами и прослоями гравелисто-галечниковых отложений (мощностью до 5 м)	N <sub>2</sub> <sup>3</sup>	$\frac{6-11}{9}$	3 - 250°	$\frac{15-20}{18}$	0,16	1.44

\*\* – средние величины по участкам; \*\*\* – в числителе пределы колебания показателей, в знаменателе их средние величины.

Продолжение табл. 1.

№ п/п	Наблюдаемый участок	Литология участка	Ширина пляжа в основании обрыва $S_0$ , (м)	Линейная скорость развития процесса $V_n$ , (м/год)	Протяженность границ развития процесса абразии $L_n$ , (м)	Общая протяженность участка $L_t$ , (м)	Физический риск поражения территории пляжа $R_f(H)$ , ( $m^2/год$ )	Риск поражения территории пляжа удельный $R_{sf}(H)$ , ( $m^2/m*год$ )
1	К северу от устья р. Бельбек	Алевролиты, глины желтовато-бурые прослоями краснозема	16	1,02	1900	3000	1938	121,12
2	Участок на левом склоне долины р. Кача	Суглинки темно-серые гумуссированные	6	3,50	1200	1500	4200	700
3	Участок между устьем р. Кача и пос. Кача	Глины желтовато-бурые твердые, с прослоями песчаника, гравийно-галечниковых отложений	18	0,08	4600	5000	368	20,44
4	Участок между пос. Песчаное и Береговое (п/л «Бурлючонок»)	Галечники 5-ой Булганакской террасы суглинистым заполнителем, местами сцементированные	16	0,325	2500	3000	812,5	50,8
5	Участок к северу от п. Песчаное	Суглинки буровато-серые с прослоями и линзами галечников, в основании разреза – глины буровато-коричневые и красно-бурые	10	0,44	800	1000	352	35,2
6	Участок между с. Береговое – пгт. Николаевка	Глины желтовато-бурые, суглинки серые и желтые с прослоями гравийно-галечниковых отложений	17	0,07	3700	4000	259	15,2
7	Участок между пгт. Николаевка и оз. Богайлы	Глины желтовато-бурые и буровато-коричневые с линзами и прослоями гравелисто-галечниковых отложений (мощностью до 5 м)	18	0,16	4000	6000	640	35,5

Наименьший риск, связанный с потерей территории в результате абразии характерен для участков между устьем реки Кача и пгт. Кача, в районе села Песчаное, между селами Николаевка и Береговое и в районе озера Богайлы, наибольший – на высоких абразионно-оползневых участках в районе с. Любимовка и левом берегу реки Кача, что связано с природными особенностями: геолого-

геоморфологическим строением, шириной пляжной полосы и гидrolитодинамическими условиями [12].

Полученные результаты оценки риска отражают реально существующую негативную ситуацию в пределах исследуемой территории, требующую принятия неотложных мер по снижению природного риска.

### Выводы

1. На основании выполненных натуральных исследований и приведенных научных обобщений можно сделать вывод, что природные процессы: геолого-геоморфологическое строение, гидроклиматические и гидролитодинамические условия формируют фоновое экологическое состояние пляжной полосы. Пляж является природной формой защиты берега, на котором гасится энергия прибойного потока и выступает ведущим параметром, отражающим экологическое состояние прибрежной рекреационной зоны. В связи с ростом техногенного воздействия на прибрежную рекреационную зону, усиливаются негативные аспекты развития береговых процессов, которые проявляются в катастрофическом уменьшении ширины и нарушении состояния морских пляжных полос, являющихся основной защитой береговой полосы от размыва.

2. Результаты оценки природных рисков прибрежных территорий позволяют выражать в единых количественных и сравнимых между собой показателях разнообразную фактическую и прогнозную информацию об опасностях как природного так и техногенного генезиса.

3. Оценка физических рисков позволит проводить предварительное ранжирование различных по площади прибрежных территорий и объектов по степени эколого-инженерной опасности с учетом эффективности сооружений инженерной защиты для предотвращения опасных экзогенных геологических процессов и негативных факторов техногенной нагрузки на прилегающие к ним территории.

### Список литературы

1. Шеко А.И., Круподеров В.С. Оценка опасности и риска экзогенных геологических процессов. – Геозкология, 1994. – № 3.  
 2. Бахирева Л.В., Осипов В.И., Кофф Г.Л., Родина Е.Е. Геологический и геохимический риск как критерий геозкологического нормирования территорий. – История взаимодействия общества и природы: факты и концепции. Тез. докл. Ч. 1. М., 1990

3. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. – Е.П. Емельянова. – М.:Недра, 1972. – 310 с.

4 Оценка и управление природными рисками: тематический том; под ред. А.Л.Рагозина. – М.: Издательская фирма «КРУК», 2003. – 320 с.

5. Фокина Н.А. Антропогенные факторы процессов абразии // Строительство и техногенная безопасность. Вып. 15-16. 2006.-С. 138-142

6. Фокина Н.А. Изменение береговой линии по данным снимков космических систем ДДЗ // Строительство и техногенная безопасность. Вып. 33-34. 2010.-С. 304-312

7. Удовик В.Ф., Долотов В.В. Современное состояние и тенденции динамики береговой зоны в районе пляжа пос. Любимовка // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 20. 2009.-С. 92-100

8. Махаева Т.В. К геоморфологии и динамике берегов Западного Крыма // Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР.- Вып.2.-К.: издательство Киевского университета, 1968.-С.160-167

9. Тихоненков Э.П., Саломатин В.Н., Романюк О.С. Составить кадастр надводной части берегов Крыма применительно к масштабу 1:200000.- Симферополь, 1988.-161с.

10. Рыжий М.Н., Сапронова З.Д., Иваненко Т.А., Артемьева А.М., Снегирев В.С. Комплексные мониторинговые исследования состояния берега и берегоукрепительных сооружений Западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 20. 2009.-С. 7-10

11. Шуйский Ю. Д. Основные закономерности морфологии и динамики западного берега Крымского полуострова / Ю.Д. Шуйский // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 13. 2005.-С. 62 — 72.

12. Садыкова Г.Э. Особенности оценки природных рисков прибрежных территорий / Г.Э. Садыкова, Т.А. Иваненко, З.Д. Сапронова // Строительство и техногенная безопасность. Вып. 39. – 2011.-С. 72—79.

Sadykova G.E., Ivanenko T.A.

## THE ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF COASTAL AREAS FROM THE ABRASION PROCESS

**Summary:** In the work process there were examined the analysis results of ecological-geological conditions and monitoring investigations of Crimea coastal areas. The assessment of abrasive risk for perspective for usage sections of Crimea west coast was made. Full and specific economical risk of losses, specified by the destruction and damage of the territory in the zone of abrasion impact, was calculated.

**Keywords:** assessment of natural risk, West coast of Crimea, exogenous geological processes, abrasion

УДК 556.555

## ПРОГНОЗ ДЕФИЦИТА РАПЫ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОСТОЧНОГО БАСЕЙНА САКСКОГО ОЗЕРА

Чабан В.В.\* Бейнер Н.В.\*\*

\*ГУНПП РК «Крымская ГГРЭС», Республика Крым, г. Саки, ул. Курортная, 4.

\*\*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков, ул. Чкалова, 17.

e-mail: vic\_84@list.ru\* beyner@list.ru\*\*

**Аннотация:** Приведены результаты анализа многолетнего гидрологического режима Восточного бассейна Сакского озера и прогноз водного баланса на летний период. Разработано Web-приложение с использованием JavaScript, HTML и CSS.

**Ключевые слова:** водный баланс, рапа, гидроминеральные ресурсы, Web-технологии.

### Введение

Сакское озеро расположено в юго-западной части Крымского полуострова и занимает устье Чеботарской и Чокракской балок. Озеро разделено на 7 изолированных друг от друга водоемов, каждый из которых имеет свое промышленное или лечебное назначение и свой гидрологический режим. Восточный бассейн – современный район добычи гидроминеральных ресурсов (лечебных пелоидов и покровной рапы), носит названия Лечебного озера (далее «водоем»).

Восточный бассейн – водоем с переменной гидрологическим режимом и минерализацией от 96 г/дм<sup>3</sup> до 250 г/дм<sup>3</sup>. Для регулирования водного баланса бассейна создана гидротехническая система (ГТС), состоящая из каналов и насосных станций. ГТС, позволяющая отводить излишки рапы в биологический пруд поглотитель в осенне-зимний период и проводить закачку морской воды в летний период для повышения объема и снижения минерализации. Пропускная способность насосов 864 м<sup>3</sup>/час не может обеспечить быстрого наполнения Восточного бассейна, поэтому подача морской воды осуществляется заблаговременно до периода интенсивного испарения. Актуальность работы заключается в прогнозировании необходимого объема закачки морской воды в летний период, что позволит скорректировать планирование режима работы ГТС.

### Анализ публикаций

Гидрологические наблюдения на Сакском озере ведутся со времени основания наблюдательной станции в 1926 г. Система научно-методических разработок и всех элементов структуры мониторинга озера была преобразована в начале 80-х годов прошлого столетия, после ввода в эксплуатацию автоматической информационной системы (АИС) [1]. На базе АИС была создана эколого-гидрохимическая имитационная модель, выполняющая прогнозы изменения гидрохимических показателей в Восточном бассейне. Одной из функций модели являлся прогноз водного баланса [2].

После изменений в системе технического обеспечения мониторинга в 90-х годах прошлого столетия АИС перестала функционировать, а без постоянной регистрации данных гидрохимических параметров рапы модель не могла выполнять достоверный прогноз. В настоящее время прогноз водного баланса при помощи эколого-гидрохимической имитационной модели не осуществляется.

Согласно литературным данным, на других водоемах, используемых для добычи гидроминеральных ресурсов (Большое Тамбуканское, Баскутчак и Эльтот) естественное питание не нарушено в процессе хозяйственной деятельности, поэтому гидрологический режим не регулируется.

На территории Украины и России прогноз водного баланса осуществляется на водоемах с искусственным регулированием гидрологического режима, преимущественно это водохранилища-охладители, участвующие в техническом водоснабжении ТЭС и АЭС. Для компенсации безвозвратных потерь и поддержания проектного уровня в водоеме-охладителе используются сооружения подпитки и подпитки предназначенных для пропуска воды из одного водоема в другой с целью поддержания необходимого качества воды в циркуляционной системе [3]. Достоверный прогноз водного баланса в таких озерах возможен при обработке большого количества статистических данных, полученных за многолетний период при мониторинге на конкретном объекте.

### Цель и постановка задач исследования

**Цель исследований:** разработать прогноз дефицита рапы в жаркие месяцы года и программное обеспечение для выполнения прогноза.

### Цель исследования определяет задачи:

- определение элементов водного баланса;
- разработка алгоритма для выполнения прогнозного расчета;
- создание компьютерной программы для прогноза дефицита рапы.

**Объект исследования:** рапа Восточного бассейна.

**Предмет исследования:** изменения гидрологического режима рапы Восточного бассейна.

**Основные методы исследования**

Для разработки алгоритма прогнозного расчета использованы методы: обобщения, систематизации и анализа эмпирических данных климатических, гидрологических и гидрогеологических наблюдений на Сакском озере за последние 20 лет.

Для реализации программного продукта применялись Web-технологии. Это обусловлено тем,

что они ориентированы на кроссплатформенность, т.е. нет зависимости от типа операционной системы (Windows, MacOS, Linux и т.д.) и вида устройства (планшет, персональный компьютер и т.д.). Так же нет необходимости устанавливать приложение на устройство. Пользователь может работать через веб-интерфейс (для работы требуется только браузер) [4].

Модуль разработан с использованием таких языков программирования как JavaScript, гипертекстового языка разметки HTML и таблиц стилей CSS [5-7]. Интерфейс программы представлен на рис. 1.

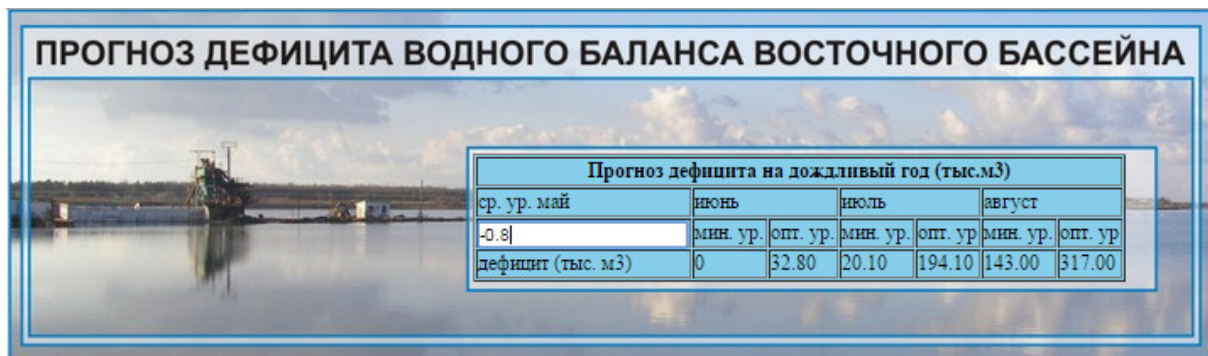


Рис. 1. Интерфейс программы.

**Изложение результатов исследований**

Водный баланс Восточного бассейна формируется из приходной части, к которой относятся грунтовые воды, осадки и закачиваемая морская вода и расходной части – испарение и забор рапы для бальнеолечения.

Приход грунтовых вод рассчитан по 9-ти наблюдательным скважинам, расположенным створами на северном и южном берегу бассейна.

Количество осадков рассчитано по натурным наблюдениям, выполняемым на стационарном метеорологическом посту, находящемся в акватории Восточного бассейна.

Объем закачиваемой морской воды определен по зависимости между временем работы насосной станции и пропускной способностью насосов.

Следует отметить, что с востока и запада водоем огражден разделительными дамбами, на южном берегу проходит обводной канал, а на северном находится жилой массив г. Саки отделений от озера дренажным каналом. В таких условиях поверхностный сток не оказывает влияния на гидрологический режим Восточного бассейна.

Количество рапы, забираемое для объектов санаторно-курортного комплекса, определяется по показаниям счетчика.

Единственной расчетной составляющей водного баланса является испарение. Применение существующих методик определения уровня испарения с поверхности пресного водоема на

гипергалинном водном объекте дает большую погрешность. Расчеты усложняются изменениями гидрохимического состава рапы за короткий промежуток времени при интенсивном испарении. Испарение определялось по формуле 1:

$$V_{исп} = V_t \cdot \sum (V_{гр} + V_{ос} + V_{мор} + V_{заб}) \quad (1)$$

где:  $V_t$  – изменение водной массы за единицу времени, определяется по формуле 2;

$V_{гр}$  – объем грунтовых вод;

$V_{ос}$  – объем осадков;

$V_{мор}$  – объем закаченной морской воды;

$V_{заб}$  – объем воды забранной для бальнеолечения.

$$V_t = V_1 - V_2 \quad (2)$$

где:  $V_1$  – объем водной массы на начало временного периода (месяца);

$V_2$  – объем водной массы на конец временного периода (месяца).

Зная параметры всех составляющих, водный баланс Восточного бассейна за единицу времени (месяц) можно рассчитать по формуле 3:

$$\Delta V = \sum (V_{гр} + V_{ос} + V_{мор}) - \sum (V_{исп} + V_{заб}) \quad (3)$$

Полученные после расчета положительные значения  $\Delta V$  указывают на профицит водного баланса, а отрицательные – на дефицит. Как показал анализ многолетнего гидрологического режима

водоема, практически на протяжении всего летнего периода (с июня по август месяц) наблюдается преобладание расходной части над приходной, что связано с интенсивным испарением, то есть дефицит водного баланса. В условиях длительного дефицита происходит снижение уровня рапы и увеличение ее минерализации [8]. Для предотвращения обнажения грязевой залежи нельзя позволить уровню рапы опуститься ниже отметки – 1,2 м.абс., при которой объем равняется 640 тыс.м<sup>3</sup>. Оптимальная же абсолютная отметка уровня – 1,05 м.абс., при которой объем составляет 814 тыс.м<sup>3</sup>. Поддержание нужного уровня рапы достигается при обеспечении дополнительного

питания водоема морской водой при помощи ГТС. Прогноз водного баланса на летний период позволит корректировать планирование режима работы ГТС.

В основу прогноза водного баланса положены статистические данные прихода и расхода, полученные при многолетнем анализе гидрологического режима. Для снижения погрешности, в алгоритм программы заложены три варианта наполнения бассейна грунтовыми водами [9] и атмосферными осадками, на периоды в годы: засушливые года, в средние по водности и в многоводные. Алгоритм составленной программы прогноза показан на рисунке 2.

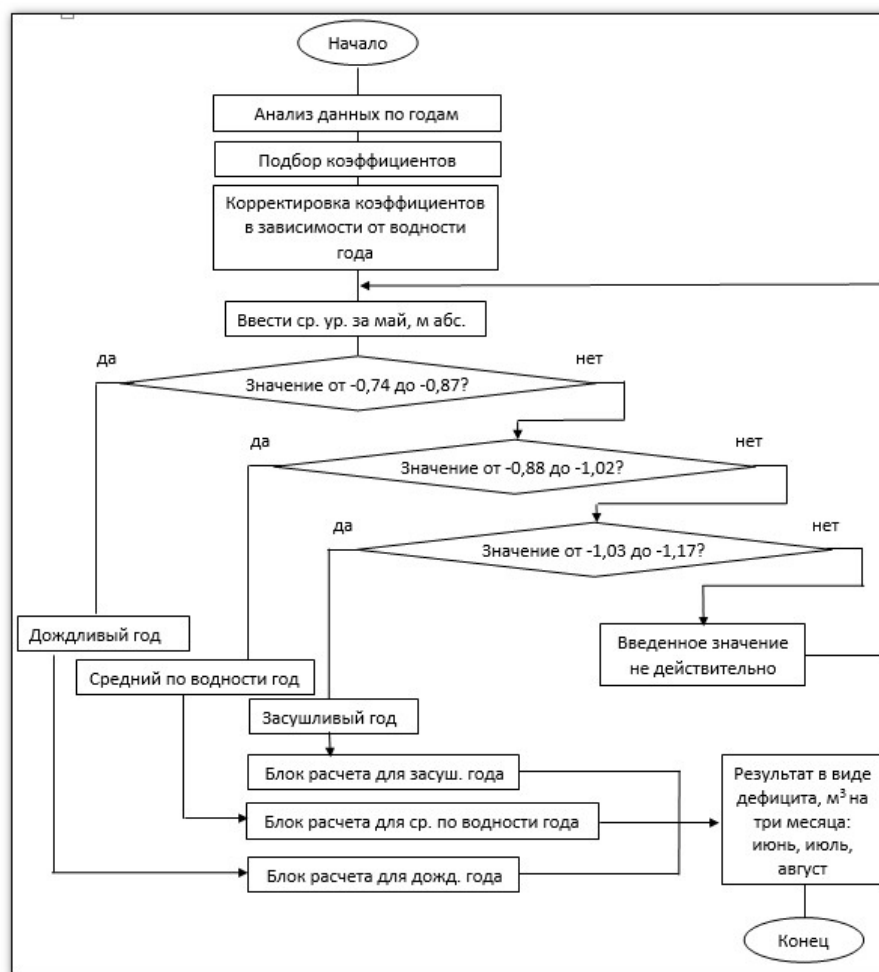


Рис. 2. Алгоритм работы программного продукта

Принцип работы программы следующий:

1. Пользователем вводится ключ (средний уровень рапы за май месяц текущего года);
2. По ключу оценивается водность года;
3. Проводится анализ прихода и расхода воды по одному из трех вариантов водности года;
4. Выдается управляющее решение.

Программа выдает управляющее решение в виде объема дефицита рапы на июль, июнь и август относительно минимального и оптимального уровней.

Учитывая тот факт, что данная программа разработана как Web-приложение, становится возможен удаленный доступ к нему одновременно нескольких пользователей. При этом достаточно иметь подключение к интернету. Нет необходимости устанавливать дополнительное специализированное программное обеспечение.

#### Оценка точности прогноза

Мерой точности прогноза, служит величина его ошибки, которая определяется как разность

между прогнозными  $\hat{y}_t$  и фактическими  $y_t$  значениями исследуемого показателя [10].

Абсолютная ошибка прогноза  $\Delta$  определяется как разность между эмпирическими и прогнозными значениями признака и вычисляется по формуле 4:

$$\Delta = y_t - \hat{y}_t, \quad (4)$$

где:  $\hat{y}_t$  – прогнозное значение признака;

$y_t$  – фактическое значение признака.

Относительная ошибка прогноза  $d_{отн}$  может быть определена как отношение абсолютной ошибки прогноза  $\Delta$  к фактическому значению признака  $y_t$ , (формула 5):

$$d_{отн} = \frac{\Delta}{y_t} = \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \cdot 100\%. \quad (5)$$

Для оценки точности прогноза водного баланса Восточного бассейна были определены

абсолютные и относительные ошибки для различных по водности годов. Результаты сведены в таблице 1.

В соответствии с методикой Г. Крамера [11], интерпретация оценки точности прогноза в процентном соотношении составляет: < 10 % – высокая; [10-20 %] – хорошая; [20-50 %] – удовлетворительная; > 50 % – не удовлетворительная. Из табл. 1 видно, что почти все значения относительной ошибки прогноза  $d_{отн}^*$  для средних по водности и многолетних лет < 10 %, что дает право считать прогноз высоким и применять его на практике. Для засушливых лет значения  $d_{отн}^*$  находятся в диапазоне 10-20 %, это характеризует прогноз как хороший и, так же, позволяет применять его на практике. Снижение достоверности при прогнозировании дефицита воды в засушливые годы связано с началом искусственной подпитки еще до начала летнего периода (март-май).

Таблица 1.  
Оценка точности прогноза водного баланса Восточного бассейна

	Засушливые года			Средние по водности			Многоводные года		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
год	1999			2007			2010		
Прогнозное значение, тыс.м <sup>3</sup>	512,4	466	442,8	906,8	860,4	790,8	1046	999,6	930
Фактическое значение, тыс.м <sup>3</sup>	570,8	524,6	559,2	872,4	791,2	733,2	991	928,4	879,4
Абсолютная ошибка прогноза $\Delta$ , тыс.м <sup>3</sup>	58,4	58,2	116,4	-34,4	-69,2	-57,6	-49	-71,2	-50,6
Относительная ошибка прогноза $d_{отн}$ , %	10,2	11	20	3,9	8,7	7,6	4,9	7,7	5,7
год	2000			2013			2011		
Прогнозное значение.м <sup>3</sup>	570,4	554	700,8	918,4	872	802,4	1092,4	1046	976,4
Фактическое значение, тыс.м <sup>3</sup>	698,4	686,4	802	921,4	893,4	744,8	1023,4	942,4	886,4
Абсолютная ошибка прогноза $\Delta$ , тыс.м <sup>3</sup>	128	132,4	101,2	3	21,4	-57,6	-69	-103,6	-90
Относительная ошибка прогноза $d_{отн}$ , %	18,3	19,2	12,6	0,3	2,4	7,7	6,7	10,9	10,2

### Экономический эффект от внедрения разработанного программного продукта

Расчет экономического эффекта от внедрения разработанного программного продукта, осуществляющего прогноз дефицита водного баланса Восточного бассейна, выполнен по методике, предложенной Барри Боем [12]. Данная методика позволяет рассчитывать трудоемкость создания программного продукта на трех уровнях, уточняя затраты на каждом из них. В результате ее применения реализуется автоматизированный подход к нормированию труда программистов, а также организован учет качественных показателей их работы.

В таблице 2 представлен расчет номинальных затрат на создание вышеописанной программы. Итоговые фактические затраты времени на создание программного продукта составили 6,88 чел/месяц, т.е. 1211,28 (чел/часа). Эксплуатационные расходы на разработку приложения составили 18 885,8 руб. (6725,5 грн). В результате расчетов капитальные вложения для потенциального пользователя составят 25 834,4 руб. (9200 грн.), что в 2,5 раза дешевле аналогичных программ.

Таблица 2.  
Расчет номинальных затрат на создание программного продукта

Обознач.	Значение	Численное значение	Ед. измер.
<i>Size</i>	Кол-во строк (тыс)	4,5	тыс. строк
<i>A</i>	Коэффициент Бозма	2,45	б.р.
<i>B</i>	Показатель степени	1,02	б.р.
<i>W<sub>1</sub></i>	Предшествующий опыт	2,43	б.р.
<i>W<sub>2</sub></i>	Гибкость проекта	2,43	б.р.
<i>W<sub>3</sub></i>	Детальность проекта	2,53	б.р.
<i>W<sub>4</sub></i>	Уровень сработанности	1,98	б.р.
<i>W<sub>5</sub></i>	Степень измеримости	1,82	б.р.
$\sum W_i$	Сумма масштабир коэфф	11,19	б.р.
<i>T<sub>ном</sub></i>	<b>Номинальные трудозатраты</b>	<b>11,38</b>	<b>чел.-мес.</b>

### Выводы

1. На основе анализа многолетнего гидрологического мониторинга Восточного бассейна Сакского озера разработан прогноз водного баланса на летний период (для разных по водности годов). Испарение является одним из важных элементов водного баланса, во много определяющим дефицит водной массы в наиболее засушливые месяцы (июнь - август).

2. Разработанная с использованием Web-технологий (JavaScript, HTML и CSS) компьютерная программа дает возможность прогнозировать дефицит водного баланса Восточного бассейна на летний период. Относительная ошибка прогноза не превышает 20%, что разрешает применять его на практике. Результаты прогноза позволяют корректировать планирование режима работы ГТС.

3. Созданная компьютерная программа является специализированным программным обеспечением, но положенные в основу унифицированные принципы работы (основанные на количественных параметрах элементов водного баланса) позволяют адаптировать ее для других объектов.

### Список литературы

1. Научная летопись Сакского озера. Симферополь, 2001. 145 с.
2. Хохлов В.А., Модель управления гидролого-гидрохимическим режимом и качеством лечебных ресурсов бальнеогрязевых месторождений. М.: ВСЕГИНГЕО, 1995. 170 с.
3. Типовой регламент мониторинга водоемов-охладителей атомных станций РД ЭО 0547-2004.
4. Станчук М.А. Система автоматизации документооборота на основе ВЕБ-технологий / М.А.

Станчук, П.С. Бейнер // Наука. Майбутне: досягнення та перспективи. науч. практ. конф. Энергодар, 24 мая 2013г. Запорожье: КПУ, С. 138.

5. Alexei White. Major JavaScript Engines // JavaScript Programmer's Reference. Indianapolis, IN 46256: Wiley Publishing, Inc., 2009. P. 12 – 13.

6. Эрик А. Мейер. CSS-каскадные таблицы стилей: подробное руководство (Cascading Style Sheets: The definitive Guide). М.: Символ, 2006. 576 с.

7. Стивен Шафер. HTML, XHTML и CSS. Библия пользователя, 5-е издание (HTML, XHTML, and CSS Bible, 5th Edition). М.: «Диалектика», 2010. – 656 с.

8. Гулов О.А. Информация о современном состоянии гидроминеральных ресурсов лечебного назначения на территории АР Крым. / О.А. Гулов, В.А. Хохлов // Сборник статей специалистов ДП «Сакская ГПРЭС» 1995 – 2007. Саки, 2007 С.41 – 44.

9. Чабан В.В. Контроль экологического состояния грунтовых вода как важный элемент системы мониторинга поверхностного водоема (на примере Сакского соленого озера). / В.В. Чабан, П.С. Бейнер, Н.В. Бейнер // Всероссийский научно-практический журнал «Вода химия и экология». №9 – Москва: Библио-глобус, 2013 С.104-111.

10. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование М.: Финансы и статистика, 2001.

11. Крамер Г. Математические методы статистики: Пер. с англ. / Под ред. академика А.Н. Колмогорова. М.: Мир, 1975. – 648 с.

12. Barry Boehm Software cost estimation with COCOMO II / Chris Abts, A. Winsor Brown, Sunita Chulani [et al.] // Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 2000 — 493 p.

Chaban V.V., Beyner N.V.

## THE FORECAST OF THE DEFICIT OF BRINE IN THE REGULATION OF THE HYDROLOGICAL MODEL OF THE EASTERN BASIN OF LAKE SAKI

**Abstract:** The results of the analysis of long-term hydrological regime of the Eastern basin of lake Saki and forecast water balance for the summer period. Developed a Web application using JavaScript, HTML and CSS.

**Keywords:** water balance, brine, hydro resources, web technologies.

## Памятка для авторов

### Рекомендации

#### по списку использованных источников и ссылки на них

Оформление списка и ссылок выполняется в соответствии с:

- ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание
- ГОСТ 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.
- ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов
- Регламент включения научных журналов в Российский индекс научного цитирования. М., 2008.

### Общие положения

Цитирование двух или более источников под одним номером, одного и того же источника под разными номерами не допускается. Во всех источниках необходимо указывать фамилии и инициалы всех авторов. Ссылки на книги, переведенные на русский язык, должны сопровождаться ссылками на оригинальные издания с указанием выходных данных оригинального издания.

Ссылки на книги должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название книги, город, год, количество страниц.

Ссылки на статьи в журналах должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год, том (если указан), номер, страницы (первая и последняя, разделенные тире).

Ссылки на сборники (конференции, симпозиумы) должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название сборника (конференции, симпозиума), город (место проведения), год, том (если указан), номер (если указан), количество страниц.

Ссылки на статьи в сборниках (материалах конференций, симпозиумов) должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название сборника (конференции, симпозиума), город (место проведения), год, том (если указан), номер (если указан), страницы (первая и последняя, разделенные тире).

Ссылки на электронные ресурсы удаленного доступа должны содержать следующую обязательную информацию: название ресурса, режим доступа, дата обращения.

В инициалах авторов между именем и отчеством пробел не ставится. В заголовке описания запятая после фамилии автора перед его инициалами может быть опущена. Если в документе один, два или три автора, то в сведениях об ответственности (т.е. за косой чертой после названия документа) они могут не повторяться. При наличии четырех и более авторов в сведениях об ответственности (т.е. за косой чертой после названия документа) приводят фамилии всех авторов. Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой. Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованные не из предписанного источника информации.

### Примеры основных правил оформления списка литературы.

#### Однотомная книга одного автора:

Глазунов В.А. Пространственные механизмы параллельной структуры. М.: Наука, 1991. 94 с.

#### Однотомная книга двух авторов:

Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов: учебник для студентов машиностроит. специальностей вузов. М.: Машиностроение, 1990. 352 с.

#### Однотомная книга трех авторов:

Попов Е.В., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы. Динамика и алгоритмы. М.: Наука, 1978. 400 с.

#### Однотомная книга четырех и более авторов:

Справочное руководство по небесной механике и астродинамике / В.К. Абалакин, Е.П. Аксенов, Е.А. Гребеников, В.Г. Демин, Ю.А. Рябов ; под ред. Г.Н. Дубошина. М.: Наука, 1976. 864 с.

Импульсные источники света / И.С. Маршак, А.С. Дойников, В.П. Жильцов, В.П. Кирсанов, Р.Е. Ровинский, Л.Н. Шукин, М.Г. Фейгенбаум; под общ. ред. И.С. Маршака. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергия, 1978. 472 с.

#### Переводная книга:

Себехей В. Теория орбит: ограниченная задача трех тел : пер. с англ. / под ред. Г.Н. Дубошина. М.: Наука, 1982. 656 с. [Victor G. Szebehely. Theory of Orbits: the Restricted Problem of Three Bodies. New York : Academic Press, 1967.].

Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных : пер. с англ. М.: Вильямс, 2006. 1328 с. [Date C.J. An Introduction to Database Systems. 8th ed. Addison-Wesley, 2003. 1024 p.].

#### Отдельный том многотомного издания:

Сварка и свариваемые материалы : справочник. В 3 т. Т. 1. Свариваемость материалов / ред. Э.Л. Макаров. М.: Металлургия, 1991. 258 с.

**Глава из книги:**

Глазырин Б.Э. Автоматизация выполнения отдельных операций в Word 2000 // Office 2000 : 5 кн. в 1 : самоучитель / Э. М. Берлинер, И. Б. Глазырина, Б. Э. Глазырин. 2-е изд., перераб. М., 2002. Гл. 14. С. 281-298.

**Статья из многотомного издания**

Кулаков В.А. Викторианский стиль // БРЭ. М., 2006. Т.5. С. 308 – 309.

**Диссертация:**

Пнев А.Б. Оптико-электронные измерительные системы на основе квазираспределенных волоконно-оптических брэгговских датчиков : дис. ... канд. техн. наук. М., 2008. 176 с.

**Автореферат диссертации:**

Вишняков И. В. Модели и методы оценки коммерческих банков в условиях неопределенности : автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2002. 15 с.

**Аналитический обзор:**

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. М.,: ИМЭМО, 2007. 39 с.

**Депонированная научная работа**

Алгоритм численного решения жестких дифференциальных уравнений / Ю.Ю. Громов, М.М. Деревуз, Н.А. Земской, О.Г. Иванова, Н.Г. Мосягина; Тамбовский государственный технический университет. Тамбов, 1999. 8 с. Деп. в ВИНТИ 04.03.1999, № 669-В1999.

**Стандарт:**

ГОСТ Р 517721 – 2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. Введ. 2002-01-01. М. : Изд-во стандартов, 2001. 27 с.

**Патент:**

Чугаева В.И. Приемопередающее устройство : пат. 2187888 Российская Федерация. 2002. Бюл. № 23 (2 ч.). 3 с.

**Описание составной части документа.**

**Статья из периодического издания (журнала):**

Чайковский М.М., Ядыкин И.Б. Оптимальная настройка ПИД-регуляторов для многосвязных билинейных объектов управления // Автоматика и телемеханика. 2009. №1. С. 130 - 146.

Звягин Ф.В. Об одном классе орбит в задачах трех и четырех тел // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2010. №2. С. 105—113.

Станкевич И.В., Яковлев М.Е., Си Ту Хтет. Разработка алгоритма контактного взаимодействия на основе альтернирующего метода // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2011. Спец. вып. Прикладная математика. С. 134 – 141.

**Статья из сборника:**

Двинянинова Г.С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе // Социальная власть языка: сб. науч. тр. Воронеж, 2001. С. 42 – 49.

Орлик А.Г., Коберник Н.В. Получение износостойких антиабразивных покрытий // Труды МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2010. № 602 : Математическое моделирование сложных технических систем. С. 34-38.

**Статья из продолжающегося издания.**

Белова Г. Д. Некоторые вопросы уголовной ответственности за нарушение налогового законодательства // Актуал. проблемы прокурор. надзора. 2001. Вып. 5 : Прокурорский надзор за исполнением уголовного и уголовно-процессуального законодательства. Организация деятельности прокуратуры. С. 46-49.

Живописцев В. П., Пятосин Л.П. Комплексные соединения тория с диантипирилметаном // Учен. зап. / Перм. ун-т. 1970. № 207. С. 184-191.

**Из материалов конференции:**

Карпенко А.П., Селиверстов Е.Ю. Глобальная оптимизация методом роя частиц на графических процессорах // Всерос. суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность»: труды. М.: Изд-во МГУ, 2009. С.188-191.

Симонов А. Очистка сточных вод: проектирование технических устройств // 7-я региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области (Волгоград, 12-15 мая 2002 г.) : тез. докл. Волгоград, 2002. С. 13-15.

**Электронные ресурсы удаленного доступа:**

Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Имитационное моделирование сложных динамических систем. Режим доступа: [http://www.exponenta.ru/soft/others/mvs/ds\\_sim.asp](http://www.exponenta.ru/soft/others/mvs/ds_sim.asp) (дата обращения 20.04.2012).

Топтыгин И. Н. Математическое введение в курс общей физики: учеб. пособие для студентов. СПб.- 2000. Режим доступа: <ftp://ftp.unilib.neva.ru/dl/010.pdf> (дата обращения 20.04.2012).

Российская государственная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru> (дата обращения 01.05.2012).

**Статья из электронного журнала:**

**Автор 1:**

Шахтарин Б. И. Оценка действия гармонической помехи на фазовую автоподстройку // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 4. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/353914.html> (дата обращения 18.04.2012).

**Авторы 2:**

Каганов Ю.Т., Карпенко А.П. Математическое моделирование кинематики и динамики робота-манипулятора типа «хобот». 1. Математические модели секции манипулятора, как механизма параллельной кинематики типа «трипод» // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2009. № 10. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/133262.html> (дата обращения 20.04.2012).

**Авторы 3:**

Буренков В. С., Иванов С.Р., Савельев А.Я. Проблемы формальной верификации технических систем // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 4. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/373672.html> (дата обращения 18.04.2012).

**Авторы больше 4-х:**

Численное моделирование процесса калибровки осесимметричных деталей жидкой технологической средой / А.С. Софьин, А.В. Стрижков, Н.В. Ульвис, О.В. Зарубина, Р.В. Боярская // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 4. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/361706.html> (дата обращения 18.04.2012).

**Статья, которой присвоен номер DOI:**

Постникова Т.В. Анализ факторов, влияющих на построение цепи поставки с учетом ограничений логистической инфраструктуры // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 5. DOI: <http://dx.doi.org/10.7463/1994-0408.0512-351140.400544>

Strukov D.B., Snider G. S., Stewart D. R., Williams S. R. The missing memristor found // Nature. 2008. vol. 453. PP. 80-83. DOI: 10.1038/nature06932

## **Правила оформления статей в сборник «Строительство и техногенная безопасность»**

**Объем статьи**, включая таблицы, рисунки и фотографии не должен превышать 10 страниц.

**Шрифт.** Нормальный Times New Roman (TNR), размер шрифта – 10 пт одинарный интервал; интервал шрифта – обычный (без растяжения или уплотнения). Варианты шрифта в тексте статьи: типа *курсива* или жирного шрифта *допускаются*, подчеркивание слов и предложений *не допускаются*.

**Оформление статьи.** Параметры страницы: верхнее – 2,5 см, нижнее – 2,5см, левое-2,5см, правое-2см. Оформление в две колонки: ширина колонки – 7,32 см, промежуток – 0,5 см.

**Таблицы.** Таблица озаглавляется словом Таблица 1 (шрифт – обычный TNR 10 пт, по центру) со следующим за ним номером с точкой. Далее помещается название таблицы с прописной буквы (не более 3-х строк), без заключительной точки. Размер таблиц и рисунков не должен превышать размер В5 (12,5 х 19,5 см). Шрифт заголовков столбцов и строк, содержания таблицы – обычный TNR 10 пунктов. Таблицы нумеруются арабскими цифрами.

**Рисунки и графики.** Рисунки и графики озаглавляются словом Рис.1 (шрифт – обычный TNR 10 пунктов) со следующим за ним номером с точкой. Рисунки выполняются в графических редакторах, совместимых с Word и размещаются по тексту. Под рисунком помещается подпись. Короткая подпись центрируется, а если длинная – форматируется с абзацем первой строки. Качество рисунков и графиков должно обеспечивать прочтение и тиражирование. Рисунки и графики нумеруются арабскими цифрами.

**Формулы.** Формулы набираются в редакторе формул Equation или Math Type. Использовать для набора формул графические объекты, кадры и таблицы *запрещается*. Формула располагается по центру строки, номер формулы (в круглых скобках, TNR 11 пт) – по правому краю страницы, от окружающего текста отделяется пустыми строками. Формульное окно принудительно растягивать или сжимать нельзя. Применение единиц измерений в международной системе СИ – *обязательно*.

### **Обязательный порядок статьи.**

**Название статьи** шрифт TNR 12 пт все прописными.

**Имя и фамилия автора(ов)**, шрифт обычный TNR 12 пт.

**Место работы авторов**, шрифт обычный TNR 9 пт., адрес места работы, e-mail

**Аннотация статьи (Summary)** от 100 до 200 слов, шрифт обычный TNR 9 пт.

**Ключевые слова (Key words)** до 6 слов, необходимых для поиска или классификатора, шрифт обычный TNR 9 пт.

**Текстовая часть.** Статья должна содержать такие разделы: введение; анализ публикаций, материалов, методов; цель и постановка задачи исследований; основной раздел с результатами и их анализом; выводы, список литературы. Заголовки разделов набираются строчными буквами, шрифт TNR 11 пт, центрируются.

Научное издание

***CuTB*** №2(54) – 2016

**СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Сборник научных трудов академии строительства и архитектуры ФГАОУ ВО  
«Крымский федеральный университет В. И. Вернадского»

Технический и художественный  
редактор *Е. В. Мажарова* Вёрстка и  
дизайн *В. А. Бибик*

Подписано к печати 31.03.2016

Формат 60x84/8

Усл. печ. л. 12,4

Тираж 50 шт.

Издательство «Антиква»

295000, Российская Федерация, Республика Крым, г.  
Симферополь, пер. Героев Аджимушкая 6, оф. 3, тел.:  
+79788913701 e-mail: antikva07@mail.ru

Типография ИП Гальцовой Н. А. Российская  
Федерация, Республика Крым,  
г. Симферополь, пгт. Аграрное, ул. Парковая 7, кв. 908