

ISSN 2617-1848



СТРОИТЕЛЬ ДОНБАССА

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 2 (11) ИЮНЬ - ИЮЛЬ 2020



НАШИ ПАРТНЕРЫ:



Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства ДНР



Министерство образования
и науки ДНР

ОТЗЫВЫ ВЫПУСКНИКОВ

Анастасия Анисимова, 2020



Ну вот и закончилась студенческая жизнь. Как бы грустно не было осознавать, но у каждого из нас начинается новый этап в жизни. Несмотря на это, у нас осталось очень много приятных, добрых, искренних и весёлых воспоминаний. Ох, я уже скучаю по гимну нашей уже родной академии, который звучал каждое утро, и если ты, заходя, слышишь его, то можно выдохнуть — это значит, что ты не опоздал. А звонок на пары — это отдельная любовь. Волнения перед сдачами курсовых, зачётов, экзаменов... Зато потом присутствует чувство свободы, когда все позади. С каждой пройденной сессией мы приближались к нему — нашему Выпускному. И вот наконец он состоялся!

Спасибо ДОННАСА за эти незабываемые 6 лет!

Екатерина Баркалова, 2020



Если расценивать студенческую жизнь, как плавание на огромном корабле под названием «ДОННАСА», то вот и пришло то время, когда мы сойдем на берег, ведь наша учеба завершена и дипломы получены.

За шесть лет увлекательного путешествия произошло множество приятного, доброго, радостного, непонятного, неприятного, печального.

Чьи-то дорожки сходились и снова расходились; кто-то находил «своих» людей спустя пару месяцев после старта, а кто-то присматривался и разглядел ближе к финалу.

Бесчисленное количество курсовых, конспектов, вопросов. Пение птичек, что просыпаются раньше первых лучей солнца, стало моим любимым и будет напоминать о продуктивных ночах всю жизнь.

Никита Леонов, 2020



Чудесные студенческие годы для нас заканчиваются. Я хочу от имени всех выпускников поблагодарить наших преподавателей, которые не только вложили в наши головы знания, но и привили любовь к строительству. Мы обещаем брать с вас пример и достойно справляться с любыми жизненными испытаниями. Я хочу сказать спасибо нашим родителям, которые воспитали нас, поддерживали и заботились о нас все эти годы. Спасибо, ДОННАСА.

Анастасия Черновол, 2020



Сегодня я выпускник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры.

Шесть лет обучения для меня были настолько яркими, что становится грустно от того, что студенческие годы подошли к завершению.

Моя академия подарила мне возможность узнать, что такое быть активистом, показала какой насыщенной и интересной может быть жизнь студента, новые друзья и знакомства.

Огромное количество мероприятий, праздники и торжественные события, турслеты, студенческий лагерь и международные форумы — все это сделало мои студенческие годы незабываемыми.

К сожалению, этот этап моей жизни сейчас заканчивается, но в памяти я навсегда сохраню все эти яркие моменты.

СПАСИБО, ДОННАСА!

ISSN 2617-1848

Научно-практический журнал

СТРОИТЕЛЬ ДОНБАССА

Издаётся с ноября 2017 года

Выходит один раз в три месяца

№ 2 (11),
Июнь - Июль 2020 г.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор	Е.В. ГОРОХОВ, д. т. н., профессор
Зам. главного редактора (научный редактор)	Н.М. ЗАЙЧЕНКО, д. т. н., профессор
Ответственная за выпуск (выпускающий редактор)	Н.Х. ДМИТРИЕВА
Ответственный редактор	Б.В. КЛЯУС

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ ЖУРНАЛА

ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»
Министерства образования и науки
Донецкой Народной Республики
при поддержке Министерства строительства
и жилищно-коммунального хозяйства
Донецкой Народной Республики

АДРЕС РЕДАКЦИИ

86123, Донецкая Народная Республика,
г. Макеевка, ул. Державина, дом 2. ГОУ ВПО «ДОННАСА»
Web: strdon.donnasa.ru. Электронная почта: strdon@donnasa.ru
Контактный телефон: (071) 363-74-63

Печатается по решению Ученого Совета
ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»
Протокол № 9 от 25.05.2020

Перепечатка, копирование и воспроизведение всех
материалов журнала возможны только с письменного
разрешения редакционной коллегии

«Свободная цена»

Свидетельство о регистрации средства массовой
информации № 000217, выдано 18.03.2019 года
Министерством информации
Донецкой Народной Республики

Приказом МОН ДНР № 99 от 17.01.2020 г. журнал включен
в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны
быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание
ученой степени доктора наук

Подписано в печать 22.06.2020. Формат 60 × 90^{1/8}.
Бум. мелов. Усл. печ. л. 8,14. Тираж 300 экз. Заказ № 76

ООО «Издательско-полиграфическое предприятие «Проминь»
83059, г. Донецк, пр. Ильича, 109а
Свидетельство о государственной регистрации № 27235,
выдано 03.12.2014 года Департаментом государственной
регистрации Министерства доходов и сборов
Донецкой Народной Республики

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Агеев В.Г. — НИИГД «Респиратор», ДНР
Бенаи Х.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Большаков А.Г. — ИрНТУ, РФ
Братчун В.И. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Брюханов А.М. — ГУ МакНИИ, ДНР
Бумага А.Д. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Высоцкий С.П. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Гайворонский Е.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Горожанкин С.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Горохов Е.В. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Дорофиев В.В. — ГОУ ВПО «ДонаУиГС при Главе ДНР»
Долженков А.Ф. — ГУ МакНИИ, ДНР
Дрозд Г.Я. — ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. Даля»
Ефремов А.Н. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Зайченко Н.М. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Иванов М.Ф. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Куликов Н.И. — ЮРГПУ (НПИ), РФ
Левин В.М. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Левченко В.Н. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Лобов И.М. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Лобов М.И. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Лукьянов А.В. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Мамаев В.В. — НИИГД «Респиратор», ДНР
Муксинов Р.М. — КРСУ, Кыргызстан
Мушанов В.Ф. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Нагаева З.С. — ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», РФ
Назим Я.В. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Найманов А.Я. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Насонкина Н.Г. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Наумец С.С. — МИНСТРОЙ ДНР
Нездойминов В.И. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Нечепаев В.Г. — ГОУ ВПО «ДонНТУ», ДНР
Олексюк А.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Пенчук В.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Петраков А.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Пономоренко Е.В. — СамГТУ, РФ
Радионых Т.В. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Севка В.Г. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Семченков Л.В. — МИНСТРОЙ ДНР
Сердюк А.И. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Тищенко В.П. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Шаленный В.Т. — ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», РФ
Шолух Н.В. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Югов А.М. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР

СОДЕРЖАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ
БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

С. П. Высоцкий, Н. В. Цветкова
ПРИМЕНЕНИЕ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ
УСТАНОВОК ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ПРОЦЕССОВ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ЭНЕРГИИ В МАНЕВРЕННОМ РЕЖИМЕ.....6

С. П. Высоцкий, А. В. Писаренко
НАДЁЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДНОГО
ТРАНСПОРТА 15

Т. С. Башевая, А. А. Шейх
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ
ЭМИССИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
И УСТАНОВЛЕНИЕ ОПАСНОГО РАССТОЯНИЯ
ДЛЯ СТРОЯЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ
С РАЗЛИЧНЫМИ КОНСТРУКТИВНЫМИ
ОСОБЕННОСТЯМИ 20

ТЕОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Н. А. Петракова, А. А. Петраков, М. Д. Панасюк
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОЧНОСТНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТА ДЛЯ
ЧИСЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 27

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНЫХ
СИСТЕМ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

А. В. Михайлов
АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ
НА ПЕРЕКРЕСТКЕ В ANYLOGIC
(НА ПРИМЕРЕ г. ДОНЕЦКА)..... 32

ТЕОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Т. П. Малутина, И. П. Давыденко
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
МЕТОДОМ ПОДВИЖНОГО СИМПЛЕКСА.....40

SUMMARY

S. P. Vysotsky, N. V. Tsvetkova
APPLICATION OF REVERSE OSMOTIC UNITS
FOR IMPROVEMENT OF ELECTRIC ENERGY
GENERATION PROCESSES IN MANEUVERED
MODE

It is proposed to use a reverse osmosis (RO) desalination unit to increase the efficiency of maneuvering operation of equipment in the maneuvering cycling, which is necessary when changing the schedule of electric load in electric networks. To study the dynamic analysis of this system, special attention is paid to detailed dynamic modeling and control of the desalination process, which uses a membrane module. The simulation results show that the reverse osmosis desalination unit provides operational maneuverability in energy consumption management by using excess electricity. The use of water obtained by the reverse osmosis method allows to expand the range of hybrid energy systems, to maximize the use of the overall system performance.

S. P. Vysotsky, A. V. Pisarenko
RELIABILITY AND SAFETY OF PIPELINE TRANSPORT OPERATION

The paper describes the analysis of failures and the reliability of pipeline transport and its internal causes - the composition of the transported medium, and external causes - mechanical impacts of undermining of the territories above the mine workings and watering areas as a result of flooding of mines and weather anomalies. The results of studies of soil hardening using various compositions based on liquid glass are presented. In different conditions of external influences, when changing the reasons for watering the territory, the expediency of using different compositions is justified. The data presented shows the impact of the geometric parameters of external influences - the dimensions of the acting elements and the exposed objects on the levels of displacements and forces acting on the objects in the soil. The influence of the pipeline operation duration while the transporting agents with different corrosive activity on the likelihood of damage and the reliability of the pipeline transport is analyzed. The analysis of the effectiveness of the use of pipeline transport in the transportation of heat through pipelines of various diameters is carried out.

T. S. Bashevaya, A. A. Sheikh
IDENTIFICATION OF THE POLLUTANT EMISSIONS AMOUNT AND DETERMINATION OF A DANGEROUS DISTANCE FOR CONSTRUCTING OBJECTS WITH DIFFERENT DESIGN FEATURES

Abstract. The paper identifies the main factors which affect the amount of the construction process impact on the atmospheric air. The gross values of pollutants generated at different stages of construction with their subsequent summation are determined. It was found that during the construction of buildings, the largest amount of pollutants is released into the atmosphere while the special equipment is used and earthworks are performed on the zero cycle of building construction. Mathematical dependences of changes in the total value of gross emissions on the volume of construction and number of building levels have been established. The change in the amount of pollutant emissions has been studied, taking into account the calendar schedule of construction works. The research work determines the distances from the sources of emission at the construction site where the maximum concentrations of pollutants are reached. The Maps of isolines of ground-level concentrations of pollutants were obtained for a sample of the studied objects at the stage of zero-cycle operations.

SUMMARY

T. S. Bashevaya, A. A. Sheikh
IDENTIFICATION OF THE POLLUTANT EMISSIONS AMOUNT AND DETERMINATION OF A DANGEROUS DISTANCE FOR CONSTRUCTING OBJECTS WITH DIFFERENT DESIGN FEATURES

Abstract. The paper identifies the main factors which affect the amount of the construction process impact on the atmospheric air. The gross values of pollutants generated at different stages of construction with their subsequent summation are determined. It was found that during the construction of buildings, the largest amount of pollutants is released into the atmosphere while the special equipment is used and earthworks are performed on the zero cycle of building construction. Mathematical dependences of changes in the total value of gross emissions on the volume of construction and number of building levels have been established. The change in the amount of pollutant emissions has been studied, taking into account the calendar schedule of construction works. The research work determines the distances from the sources of emission at the construction site where the maximum concentrations of pollutants are reached. The Maps of isolines of ground-level concentrations of pollutants were obtained for a sample of the studied objects at the stage of zero-cycle operations.

A. V. Mikhailov
ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF TRAFFIC FLOWS AT THE INTERSECTION IN ANYLOGIC (ON THE EXAMPLE OF DONETSK)

The article discusses the application of the AnyLogic software product for simulation in the field of traffic flow optimization on the street and road network of the city of Donetsk. The role and areas of simulation modeling at different levels of abstraction have been considered. The problematic intersections of Shevchenko Boulevard and Shakhtostroiye Boulevard in Donetsk city was analyzed. A number of shortcomings at the intersection under consideration has been identified. The results of location surveys of the intensity and structure of traffic flows passing through the intersection, and the modes of existing traffic light regulation are presented. The specific measures for the reconstruction of the transport hub under consideration have been proposed. The reduction of tact data for traffic light control was recommended. The results of simulation modeling in AnyLogic for various proposed optimization alterations were presented. A comparative analysis of the results obtained was carried out.

T. P. Malyutina, I. P. Davydenko
SIMULATION OF SURFACES OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES BY MOBILE SIMPLEX METHOD

The paper deals with the point algorithm for specifying a cylindrical surface with a guiding axis in the form of a involute of a circle and forming in the form of a circular sinusoid using the method of mobile simplex (MPS) developed by the authors of the work. This method is one of the main methods of BN calculus (Balyuba-Naydysh point calculus) for the construction and modeling of surfaces of any complexity, processes and phenomena in n-dimensional space. The point equations of the curves under consideration are designed for n-dimensional space taking into account graphical algorithms for constructing such curves on a plane in general position. The obtained cylindrical surface can be used in modeling complex surfaces of hydraulic structures, which significantly expands the scope of the mobile simplex method in the practice of engineering calculations to obtain effective solutions in hydraulic engineering.

CONTENTS

MODERN ENVIRONMENTALLY
SAFE TECHNOLOGIES

S. P. Vysotsky, N. V. Tsvetkova
APPLICATION OF REVERSE OSMOTIC
UNITS FOR IMPROVEMENT OF ELECTRIC
ENERGY GENERATION PROCESSES IN
MANEUVERED MODE6

S. P. Vysotsky, A. V. Pisarenko
RELIABILITY AND SAFETY OF PIPELINE
TRANSPORT OPERATION 15

T. S. Bashevaya, A. A. Sheikh
IDENTIFICATION OF THE POLLUTANT
EMISSIONS AMOUNT AND DETERMINATION
OF A DANGEROUS DISTANCE FOR
CONSTRUCTING OBJECTS WITH DIFFERENT
DESIGN FEATURES 20

THEORY OF FORMATION AND
IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION
TECHNOLOGIES

A. A. Petrakov, N. A. Petrakova, M. D. Panasjuk
INTERPRETATION OF STRENGTH
PROPERTIES OF SOIL FOR NUMERICAL
ANALYSES 27

DEVELOPMENT OF TRANSPORT
SYSTEMS OF SETTLEMENTS

A. V. Mikhailov
ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF TRAFFIC
FLOWS AT THE INTERSECTION IN ANYLOGIC
(ON THE EXAMPLE OF DONETSK) 32

THEORY OF FORMATION AND
IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION
TECHNOLOGIES

T. P. Malyutina, I. P. Davydenko
SIMULATION OF SURFACES OF
HYDROTECHNICAL STRUCTURES
BY MOBILE SIMPLEX METHOD.....40

СОДЕРЖАНИЕ

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ
ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ**

А. А. Олексюк, А. В. Плужник, Б. В. Кляус
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ
НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРНО-
ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ПОМЕЩЕНИЯ
ЗДАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ..... 45

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО
ПРЕДПРИЯТИЯ**

А. С. Коломоец
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ
РАЗВИТИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО
ПРЕДПРИЯТИЯ ПОСРЕДСТВОМ
КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ 50

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ
ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧС
ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА**

Н. В. Бакаева, А. В. Калайдо
СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДОНОВОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ
ПОМЕЩЕНИЙ 56

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И
КОМПЛЕКСОВ**

П. Б. Комов, А. Б. Комов, А. В. Чухаркин
ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ
ИНДУСТРИИ 4.0..... 60

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И
РЕАБИЛИТАЦИИ МАЛОМОБИЛЬНЫХ
ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДАХ
ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА**

И. М. Лобов, А. Э. Ступина
АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ
АРХИТЕКТУРНОЙ РЕИНТЕГРАЦИИ
ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И КОМПЛЕКСОВ
НЕДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА
(НА ОСНОВЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА).
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ
ФОРМИРОВАНИЯ ЛОФТА 65

SUMMARY

A. A. Oleksiuk, A. V. Pluzhnik, B. V. Klyaus
**ENERGY-SAVING MEASURES BASED ON MONI-
TORING OF TEMPERATURE AND
HUMIDITY CONDITIONS OF THE PUBLIC
BUILDING PREMISES**

The article considers the problems of energy efficient operation of water heating systems in public buildings. Operating norms for providing required microclimate in premises of public purpose buildings are analyzed. The monitoring of temperature and humidity regime in public premises is carried out, on the basis of which recommendations on application of energy-saving measures are offered. The tasks of energy-saving measures allowing to minimize heat energy consumption during operation of water heating systems were analyzed. It was found out that specific energy intensity of heating systems in public buildings should be reduced by using automatically controlled modes of heat power reduction during non-working hours, using the so-called periodical heating mode. Also in combination with the periodic heating mode it is recommended to operate individual heating points (ITP) and automatic thermo regulators of water heating systems.

A. S. Kolomoets
**COMPARATIVE ANALYSIS OF COAL MINING EN-
TERPRISE DEVELOPMENT STRATEGIES USING
COMPUTER MODELING**

Every year, the question of shifting the rock mass during the development of converged layers becomes more and more relevant. This is connected with the continuous deepening of workings into the bowels of the earth, which entails the displacement of the mountain range located above the coal seams. As a result, there is more pressure on the workings. In this regard, there is a need to quickly adjust the options for mining layers. The article offers approaches to substantiating strategies for the development of mining operations at coal mining enterprises using computer modeling. Using a 3D model, parameters were determined that determine the order and sequence of working out of the converged layers. Based on the model of the mine, a section was constructed by means of which the distance between the layers was calculated using data from geological exploration wells.

N. V. Bakaev, A. V. Calaido
**STRATEGY FOR ENSURING RADON SECURITY
OF THE INTERNAL ENVIRONMENT**

A modern man receives most of the annual dose of radiation from radon and radon progeny in residential and office buildings, whereby the problem of household radiation exposure is typical as to traditionally hazardous regions (Altai, the North Caucasus) and plain low-hazardous areas. The paper presents the results of study of the consistent patterns of the radon environment formation in buildings with long term occupancy. The obtained data allows to claim that the buried part of the building has a decisive influence on the volume of radon coming from the earth, and the radiation safety of the building can be ensured by the rational design of underground building envelopes.

P. B. Komov, A. B. Komov, A. V. Chukharkin
**BASES OF ORGANIZATIONAL CULTURE OF
TECHNICAL OPERATION OF CARS IN THE CON-
DITIONS OF THE INDUSTRY 4.0**

The paper considers the organizational culture of automobile transport or its fourth component of operating condition, which reflects the foundations of modern integration

SUMMARY

of the industry into the mechatronic system of Industry 4.0, where entrepreneurs of small and medium enterprises are called to become the basis for organizing technical operation. A scheme is proposed for integrating the rolling stock of automobile transport into a single information field and organizing business processes for commercial and technical operation systems, where the new economic person is obliged to possess systemic technical competencies, the organizational knowledge of which is designed to be based on the provisions of mechanics and its theory of power flows.

I. M. Lobov, A. E. Stupina
**ACTUAL DIRECTIONS OF THE MODERN
ARCHITECTURAL REINTEGRATION
OF BUILDINGS, STRUCTURES AND COMPLEXES
OF INACTIVE INDUSTRIAL ENTERPRISES OF
DONETSK REGION (BASED ON INTERNATIONAL
EXPERIENCE) URBAN PLANNING
FORMATION OF THE LOFT**

This article discusses the current directions of the architectural reintegration of buildings, structures and complexes of inoperative enterprises in the Donetsk region, from the point of view of the urban planning prerequisites for the formation of a loft. Loft (eng. Loft - "attic") - an architectural style formed in the period of the 20th - 21st centuries in New York, is applicable to the decoration of the attic type residential and office premises. The loft style is characterized by unprocessed brick and concrete walls, metal or wooden furniture. Also, a loft is a converted premises for an abandoned factory or other industrial building. The problem of industrial territories in the urban realm exists in many developed countries. The European solution implemented in recent decades is a radical transformation of industrial zones or their transferring out from cities.

CONTENTS

**ENERGY SAVING IN HEATING,
VENTILATION AND AIR
CONDITIONING SYSTEMS**

A. A. Oleksiuk, A. V. Pluzhnik, B. V. Klyaus
ENERGY-SAVING MEASURES BASED ON
MONITORING OF TEMPERATURE AND
HUMIDITY CONDITIONS OF THE PUBLIC
BUILDING PREMISES 45

**IMPROVEMENT OF CARBON FILLING
ENTERPRISE**

A. S. Kolomoets
COMPARATIVE ANALYSIS OF COAL MINING
ENTERPRISE DEVELOPMENT STRATEGIES
USING COMPUTER MODELING 50

**SECURITY OF CONSTRUCTION
OBJECTS IN THE EVENT OF
AN EMERGENCY EMERGENCY
CHARACTER**

N. V. Bakaev, A. V. Calaido
STRATEGY FOR ENSURING RADON SECURITY
OF THE INTERNAL ENVIRONMENT 56

**SECURITY OF CONSTRUCTION
OBJECTS IN THE EVENT OF
AN EMERGENCY EMERGENCY
CHARACTER**

N. V. Bakaev, A. V. Calaido
STRATEGY FOR ENSURING RADON SECURITY
OF THE INTERNAL ENVIRONMENT 60

**FEATURES OF FORMATION OF
ARCHITECTURAL ENVIRONMENTAL
ACTIVITY AND REHABILITATION OF
SMALL-POPULATION POPULATIONS
IN CITIES OF INDUSTRIAL TYPE**

I. M. Lobov, A. E. Stupina
ACTUAL DIRECTIONS OF THE MODERN
ARCHITECTURAL REINTEGRATION OF
BUILDINGS, STRUCTURES AND COMPLEXES
OF INACTIVE INDUSTRIAL ENTERPRISES
OF DONETSK REGION (BASED ON
INTERNATIONAL EXPERIENCE) URBAN
PLANNING FORMATION OF THE LOFT 65

ПРИМЕНЕНИЕ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В МАНЕВРЕННОМ РЕЖИМЕ

С. П. Высоцкий, д.т.н., профессор¹; Н. В. Цветкова²

¹ ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

² Автомобильно-дорожный институт ГО УВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Аннотация. Предлагается использование опреснительной установки обратного осмоса (ОО) для повышения эффективности маневренной работы оборудования в маневренном режиме, который необходим при изменении графика электрической нагрузки в электросетях. Для изучения динамического анализа данной системы особое внимание уделено детальному динамическому моделированию и управлению процессом опреснения, в котором используется мембранный модуль. Результаты моделирования показывают, что опреснительная установка обратного осмоса обеспечивает эксплуатационную маневренность при управлении энергопотреблением путем использования избыточной электроэнергии. Использование воды, полученной методом обратного осмоса, позволяет расширить спектр работы гибридных энергетических систем (ГБЭС) для максимального использования общей производительности системы.

Ключевые слова: генерация энергии, маневренность, опреснение воды, обратный осмос, моделирование.



Высоцкий
Сергей Павлович



Цветкова
Надежда Витальевна

ВВЕДЕНИЕ

В связи с глобальным изменением климата необходимо использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для получения электрической и тепловой энергии [1]. Однако при использовании ВИЭ возникают проблемы технического и экономического характера с точки зрения устойчивой работы генерирующих установок из-за переменной нагрузки [2].

Обычно маневренные генерирующие установки большую часть времени не работают на полную мощность и обеспечивают промежуточную или пиковую нагрузки [3]. С другой стороны, генерирующие системы с базовой нагрузкой генерации электроэнергии (например, атомные электростанции) часто не могут снизить мощность по запросу независимого системного оператора. Несмотря на то, что гибкая работа генераторов с базовой нагрузкой только для генерации электроэнергии технически достижима, этот режим работы не рекомендуется из соображений стоимости, прибыльности и безопасности [4]. Это требует новых подходов к разработке энергетических систем, которые могли бы использовать избыточную мощность установки, когда генерация систем, использующих ВИЭ, активна или низка потребность в электроэнергии, для процессов с дополнительной стоимостью, помимо производства электроэнергии. Одним из таких энергетических решений является «гибридная» энергетическая система, которая в данной статье определяется как единое предприятие, производящее несколько продуктов, из которых, по крайней мере один является энергетическим товаром [2, 5].

Цель исследования: использование опреснительной установки обратного осмоса для эффективной маневренной работы гибридных энергетических систем.

КОНФИГУРАЦИЯ ГИБРИДНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В данной работе одним из вариантов ГБЭС предлагается промышленная микросеть, подключенная к электросети, как показано на рис. 1, которая включает в себя несколько компонентов: установку первичного производства тепла (ППТ), систему термоэлектрического преобразования (ТЭП), систему производства электроэнергии с помощью ВИЭ, элемент накопления энергии (ЭНЭ), опреснительную установку (ОУ) и электросеть. Генерация первичного тепла является основным источником энергии для рассматриваемой ГБЭС и может представлять собой установку для производства пара на основе ядерного или ископаемого топлива. Пар, полученный на установке первичного производства тепла, подается в систему термоэлектрического преобразования, которая является основным источником энергии.

Система термоэлектрического преобразования может представлять собой энергетический цикл Брайтона или Ренкина и обеспечивает необходимую генерацию для удовлетворения потребности в сети, учитывая вклад от энергии, полученной с помощью ВИЭ, и электричество, доставленное в опреснительную установку. Необходимо отметить, что требуемая генерация исключается из общей выработки электроэнергии, что дает избыточную генерирующую мощность, которая может быть использована для производства других энергетических продуктов в дополнение к электроэнергии.

Как показано на рис. 1, выходная мощность установки с ВИЭ может вводиться в центр распределения электроэнергии через элемент накопления энергии или напрямую. Принимая во внимание тот факт, что генерация энергии с ВИЭ обычно характеризуется высокой изменчивостью и отсутствием возможности удаленного контроля, элемент накопления энергии может быть включен в ГБЭС для выравнивания мощности. Необходимо учитывать то, что стабилизирующая стоимость генерации энергии с ВИЭ будет снижена, если опреснительная установка полностью заменит элемент накопления энергии. Однако исключение элемента накопления энергии из ГБЭС может привести к увеличению затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание и, возможно, к сокращению срока службы опреснительной установки, поскольку оборудование будет изнашиваться с гораздо большей скоростью при прямом реагировании на сильно изменяющиеся ВИЭ. Потенциальное влияние элемента накопления энергии в ГБЭС на срок службы опреснительной установки требует дополнительного изучения, которое выходит за рамки данной статьи.

Рассматриваемая конфигурация ГБЭС соединена с электрической сетью через точку общей связи. Под наблюдением контролем два блока выработки электроэнергии, а именно: ППТ-ТЭП (ППТ в сочетании с ТЭП) и выработка электроэнергии ВИЭ в сочетании с ЭНЭ, работают

соответственно для выработки электроэнергии, запрошенной оператором электросети. Также диспетчер системы может определять изменяющиеся во времени параметры спроса на электроэнергию в ответ на изменения цен, альтернативный продукт и сырье, таким образом, поддерживая экономическую оптимизацию для операций. В любом случае мощность, подаваемая в электрическую сеть, ограничена максимально-номинальной генерирующей мощностью системы ППТ-ТЭП и минимальной подготовительной мощностью опреснительной установки.

ОПИСАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ

Ниже представлено подробное динамическое моделирование и регулирование установки ОО. Моделирование процесса обратного осмоса сосредоточено на двух основных компонентах, а именно: высоком давлении и мембранном разделении.

Динамическое моделирование обратноосмотического элемента.

Данная динамическая модель обратного осмоса разработана для описания динамики процесса в широком диапазоне рабочих условий [6].

Для модуля SWRO — динамические уравнения для плотности растворенного вещества, концентрации растворенного вещества и удельной внутренней энергии определяются следующим образом на основе законов сохранения массы и энергии:

$$V_{BR} \frac{d\rho_{p,t}}{dt} = Q_{0,t}\rho_{0,t} - Q_{p,t}\rho_{p,t} - Q_{n,t}\rho_{n,t} \quad (1)$$

$$V_{BR} \frac{dc_{p,t}}{dt} = Q_{0,t}c_{0,t} - Q_{p,t}c_{p,t} - Q_{n,t}c_{n,t} \quad (2)$$

$$V_{BR} \frac{d(\rho_{p,t}u_{p,t})}{dt} = Q_{0,t}\rho_{0,t}\hat{h}_{0,t} - Q_{p,t}\rho_{p,t}\hat{h}_{p,t} - Q_{n,t}\rho_{n,t}\hat{h}_{n,t} \quad (3)$$

где

$$V_{BR} = n_1 w_{BR} h_{BR} l_{BR} \phi_{BR} \quad (4)$$



Рис. 1. Архитектурная топология рассматриваемой ГБЭС

Уравнения 5 и 6 соотносят осевые скорости с объемными расходами со стороны рассола следующим образом:

$$v_{z0,t} = \frac{Q_{0,t}}{n_1 w_{BR} h_{BR} \phi_{BR}} \quad z = 0 \quad (5)$$

$$v_{zp,t} = \frac{Q_{p,t}}{n_1 w_{RR} h_{RR} \phi_{RR}} \quad z = l_{BR} \quad (6)$$

Объемный расход пермеата (Q_n) зависит от локального потока растворителя (J_{vz}):

$$Q_n = 2n_1 w_{BR} \int_0^{l_{BR}} J_{vz} dz \quad (7)$$

В соответствии с классической моделью растворения диффузии средний поток растворителя (уравнение 8) и растворенный поток частиц i (уравнение 9) через мембрану определяются следующим образом:

$$\bar{J}_v = L_v (\Delta p - \sum_i \Delta \pi_i), \quad z = \frac{l_{BR}}{2}, \forall i \in \{Na^+, Cl^-\} \quad (8)$$

$$\bar{J}_{s,i} = \bar{J}_v \frac{C_{n,i}}{C_{n,s}} = L_{s,i} \left(\frac{C_{m,i} - C_{n,i}}{MW_i} \right), \quad z = \frac{l_{BR}}{2}, \forall i \in \{Na^+, Cl^-\} \quad (9)$$

при условии

$$L_v = L_{v0} \exp \left[\frac{\alpha_1 (T_b - 293)}{293} - \alpha_2 p_0 \right] \left(1 - \frac{A_s}{A_m} \right) \quad (10)$$

$$L_{s,i} = L_{s0,i} \exp \left[\frac{\beta_1 (T_b - 293)}{293} \right], \quad \forall i \in \{Na^+, Cl^-\} \quad (11)$$

$$\Delta p = p_0 - p_n - \frac{\Delta p_{hydr}}{2}, \quad z = \frac{l_{BR}}{2} \quad (12)$$

$$\Delta \pi_i = \left(\frac{C_{m,i} - C_{n,i}}{MW_i} \right) RT, \quad \forall i \in \{Na^+, Cl^-\} \quad (13)$$

$$\bar{C}_{m,i} = \frac{C_{m,i}|_{z=0} + C_{m,i}|_{z=l_{BR}}}{2}, \quad \forall i \in \{Na^+, Cl^-\} \quad (14)$$

$$T_b = \frac{T_0 + T_p}{2} \quad (15)$$

Уравнение 8 подразумевает, что проницаемость воды через мембрану зависит от приложенной разности гидравлического давления (Δp) и суммы разности осмотических давлений растворенных твердых веществ в водном растворе NaCl ($\sum \Delta \pi_i$). Уравнение 9 показывает, что перенос растворенного вещества путем диффузии пропорционален только градиенту концентрации и, таким образом, не зависит от Δp . Соответственно, чем выше Δp , тем чище пермеат. Точно так же осмотическое давление (уравнение 13) пропорционально концентрации растворенного вещества.

Во время процесса ОО происходит накопление концентрации удерживаемого материала в пограничном слое, близком к мембране, что приводит к разнице между концентрацией растворенного вещества на поверхности мембраны и концентрацией в объемной фазе. Это явление называется «концентрационной поляризацией», что приводит к более высокой разнице осмотического давления на мембране [9]. На основе теории тонких пленок и закона диффузии Фика, концентрация на поверхности мембраны может быть получена следующим образом:

$$\frac{C_m - C_n}{C_b - C_n} = \exp \left(\frac{J_v}{k_{NaCl}} \right) \quad (16)$$

где k_{NaCl} – коэффициент массопереноса для обратной диффузии NaCl из мембраны в объемный раствор на стороне рассола и может быть оценен эмпирическим соотношением Шервуда:

$$k_{NaCl} = 0,065 \left(\frac{\rho_b v_{zb} d_h}{\mu_{NaCl}} \right)^{0,875} \left(\frac{\mu_{NaCl}}{\rho_b D_{NaCl}} \right)^{0,25} \left(\frac{D_{NaCl}}{d_h} \right) \quad (17)$$

Для каналов потока с некруглой геометрией гидравлический диаметр заполненных распорками каналов потока (d_h) определяется следующим образом:

$$d_h = \frac{4\phi_{BR}}{\frac{2}{h_{sp}} + (1 - \phi_{BR}) a_{sp}} \quad (18)$$

$$a_{sp} = \frac{8}{h_{sp}} \quad (19)$$

Двумя важными параметрами, отражающими производительность мембраны обратного осмоса или общей системы обратного осмоса, являются регенерация воды R_w и извлечение соли R_s :

$$R_w(\%) = \frac{Q_n}{Q_0} \cdot 100 \quad (20)$$

$$R_s(\%) = \left(1 - \frac{C_n}{C_b} \right) \cdot 100 \quad (21)$$

R_w количественно определяет долю поступающей воды, извлеченную в пермеате. R_s является характеристикой, часто используемой изготовителями мембран ОО для описания свойств извлечения мембраны.

Хотя формулы 1-21 были использованы для определения скорости и качества пермеата для каждого мембранного модуля, их можно использовать для прогнозирования того же поведения для сосудов обратного осмоса под давлением, которые содержат более одного мембранного модуля последовательно, следующим образом:

$$X_{p,j} = X_{0,j+1}, j = 1, 2, \dots, N_M - 1, \forall X \in \{Q, C, h, p\} \quad (22)$$

$$p_{p,j} = p_{0,j} - \Delta p_{hydr,j}, j = 1, 2, \dots, N_M \quad (23)$$

$$p_n Q_n = \sum_{k=1}^{N_{ST}} p_{n,k} Q_{n,k} \quad (24)$$

$$C_n = \frac{\sum_{k=1}^{N_{ST}} C_{n,k} Q_{n,k}}{Q_n} \quad (25)$$

Для заданных условий подачи и специфических для мембраны параметров модели, можно рассчитать по формуле 1-25 при условии соблюдения ряда системных ограничений следующим образом:

$$S_{n,t} \leq S_n^{max} \quad (26)$$

$$v_0^{min} \leq v_{0,j,t} \leq v_0^{max}, j = 1, 2, \dots, N_M \quad (27)$$

$$p_0^{min} \leq p_{0,j,t} \leq p_0^{max}, j = 1, 2, \dots, N_M \quad (28)$$

$$T_0^{min} \leq T_{0,j,t} \leq T_0^{max}, j = 1, 2, \dots, N_M \quad (29)$$

$$\sum_i \Delta \pi_{i,j,t}^{exit} \leq \Delta p_{j,t}^{exit}, j = 1, 2, \dots, N_M, \forall i \in \{Na^+, Cl^-\} \quad (30)$$

Уравнение 26 обеспечивает максимальную минерализацию пермеата, чтобы удовлетворить требования стандарта на питьевую воду для содержания в любой момент времени. Уравнения 27-29 представляют рабочие ограничения системы ОО, такие как минимальная/максимальная скорость подачи, давление и температура. Уравнение 30 представляет собой так называемое «термодинамическое ограничение» обессоливания ОО мембран с поперечным потоком. Это неравенство подразумевает, что для обеспечения производительности пермеата по всему мембранному модулю применяемая разность гидравлического давления не должна быть меньше суммы разности осмотических давлений на выходе из модуля.

Следующие эмпирические уравнения используются для оценки соответствующих свойств соленой воды, необходимых для моделирования:

$$D_{NaCl} = 6,725 \cdot 10^{-6} \exp \left(1,546 \cdot 10^{-4} C_{b,NaCl} - \frac{2513}{T_b} \right) \quad (31)$$

$$\mu_{NaCl} = \mu_{H_2O} [1 + A(S_b \cdot 10^6) + B(S_b \cdot 10^6)^2] \quad (32)$$

при условии

$$\mu_{H_2O} = 4,2844 \cdot 10^{-5} + [0,157(T_b - 273,15 + 64,993)^2 - 91,296]^{-1} \quad (33)$$

$$A = 1,541 + 1,998 \cdot 10^{-2} (T_b - 273,15) - 9,52 \cdot 10^{-5} (T_b - 273,15)^2 \quad (34)$$

$$B = 7,974 + 7,561 \cdot 10^{-2} (T_b - 273,15) - 4,724 \cdot 10^{-5} (T_b - 273,15)^2 \quad (35)$$

Падение гидравлического давления вдоль спирально навитого элемента можно описать постулируемой характеристикой:

$$\Delta p_{hydr} = \left(\frac{\lambda \rho_b v_{zb}^2}{2 d_h} \right) \quad (36)$$

$$\lambda = 6,23 Re_b^{-0,3} \quad (37)$$

$$Re_b = \frac{\rho_b v_{zb} d_h}{\mu_{NaCl}} \quad (38)$$

$$v_{zb} = \frac{v_{z0} + v_{zr}}{2} \quad (39)$$

Уравнение 38 может быть действительным только в тестируемом режиме потока, то есть $100 < Re_b < 1000$.

В данной работе опреснение солоноватой воды методом ОО рассматривается для поддержки производства пресной воды через мембрану FilmTech 8" BW30-400. Характеристики данной мембраны представлены в табл. 1. Используется предварительно обработанная исходная вода при температуре 298,15 К и давлением 1 атм. и с постоянным солесодержанием 3500 ч/млн. Энергия потребляется только насосами высокого давления. Опреснительная установка рассчитана на мощность $15,66 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ (357,4 мг/сут), что примерно в четыре раза превышает размер одной из крупнейших в настоящее время системы опреснения морской воды методом ОО. Установка с такой мощностью потребляет 45 МВт электроэнергии для создания необходимого рабочего давления (16,5 бар) для обессоливания солесодержания 3500 ч/млн TDS.

В таблице 1 приведены технические характеристики установки BWRO, рассматриваемые в данной работе.

Нормативный контроль

На рис. 2 изображена сеть для крупномасштабной системы опреснения воды BWRO. Сеть обратного осмоса состоит из нескольких блоков обратного осмоса, каждый из которых содержит насос высокого давления, подающий предварительно обработанную воду в сотни резервуаров обратного осмоса. Для простоты моделирования предполагается, что каждый элемент ОО работает в одинаковых рабочих условиях. Такое же предположение справедливо для судов ОО, расположенных параллельно в каждом модуле ОО.

С данными допущениями разрабатываются стратегии регулирующего управления для опреснительной системы BWRO (рис. 3) для достижения двух целей управления: удовлетворение потребляемой мощности, запрошенной системным супервизором $L_{E,sp}$, т.е. ПЭН, и для поддержания давления подачи на необходимом уровне $p_{0,sp}$. В то время как первое достигается путем регулирования скорости вращения вала насоса ω , последним можно управлять путем регулирования пневматического клапана давления (КД), расположенного в потоке ретентата. Эта схема управления гарантирует, что качество пермеата поддерживается в необходимых пределах, независимо от изменения ПЭН. Значения настроек моделирования представлены в табл. 2.

Таблица 1.

Параметры моделирования для мембраны BW30-400

Символ	Описание	Единицы измерения	Значение
l_{BR}	Длина канала рассола элемента ОО	м	0,8665
h_{BR}	Высота канала рассола элемента ОО	м	$7,112 \cdot 10^{-4}$
h_{sp}	Толщина распорки	м	$7,112 \cdot 10^{-4}$
w_{BR}	Ширина канала элемента ОО рассола	м	1,34
n_l	Количество листов на один модуль ОО	–	16
ϕ_{BR}	Общая доля пустот в канале рассола	–	0,9
a_{sp}	Удельная поверхность распорки	м^{-1}	11,249
d_h	Гидравлический диаметр	м	$9,1 \cdot 10^{-4}$
A_m	Общая площадь мембраны на один модуль ОО	м^2	37,2 [400]
A_s	Зона мембраны, занятая осадками	м^2	1,86 ^a [20]
α_1	Константа для переноса растворителя	–	8,6464
α_2	Константа для переноса растворителя	бар^{-1}	0,0149
β_1	Константа для переноса растворенного вещества	–	14,648
L_{v0}	Внутренний параметр переноса растворителя	$\text{м} \cdot \text{Па}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$	$1,042 \cdot 10^{-11}$
L_{s0}	Внутренний параметр растворенного вещества	$\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	$1,333 \cdot 10^{-8}$

Таблица 2.

Значения настроек моделирования

Производство электроэнергии в сети (МВт)	Возобновляемая энергия		Переменная электрическая нагрузка, запрашиваемая BWRO, $L_{E,sp}$ (МВт)	Интервал выхода моделирования, Δt (с)
	Тип	Производительность (МВт)		
от 144 до 135 (смена шага)	N/A	0	от 36 до 45 (смена шага)	0,1
165 (постоянная)	Фотоэлектрический элемент	0–30	15–45 (переменная)	60
165 (постоянная)	Оборот	0–28,8	15–43,8 (переменная)	60
135–165 (переменная)	Фотоэлектрический элемент	0–30	15–45 (переменная)	60

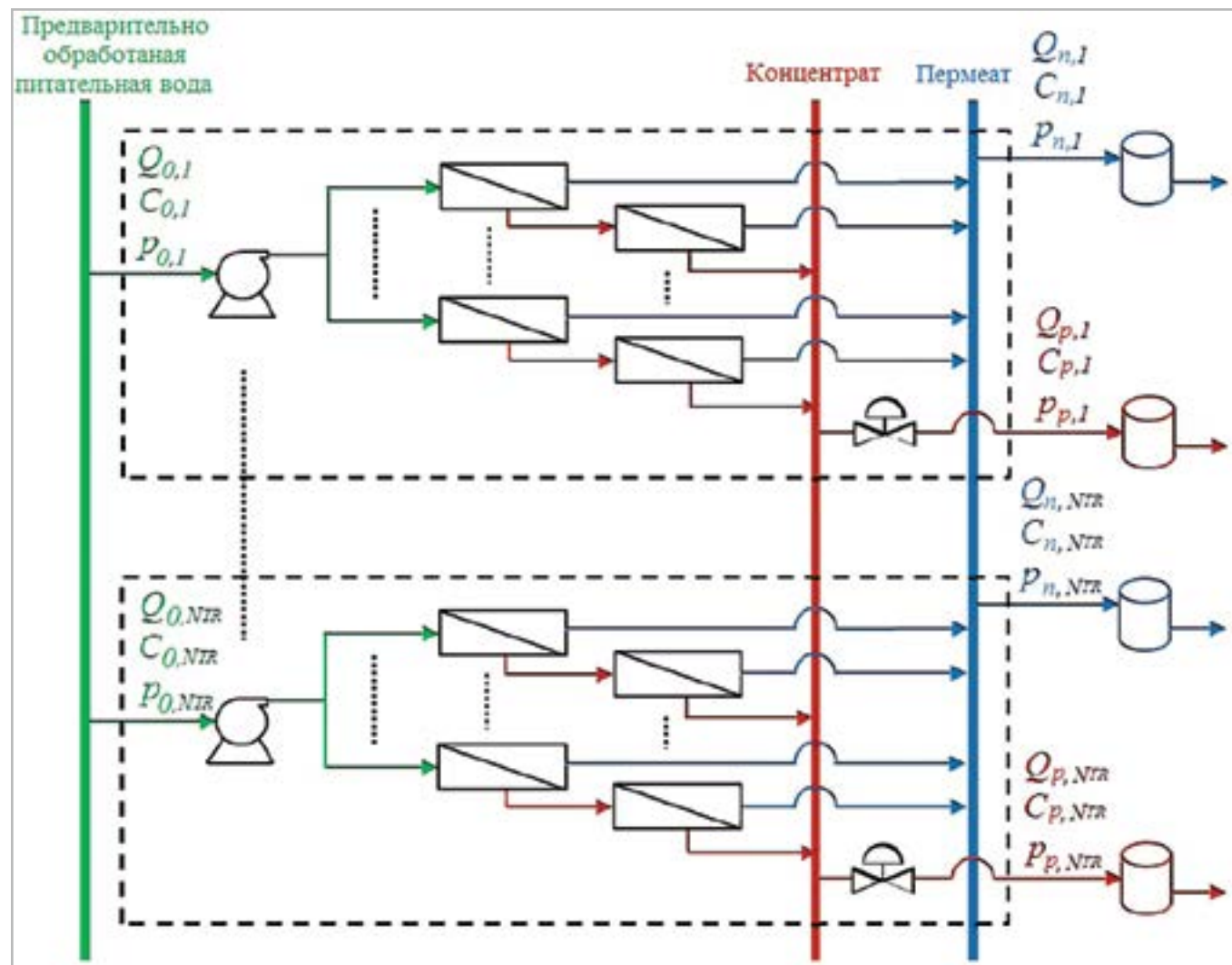


Рис. 2. Система ОО для опреснения солоноватой воды, где каждый пунктирный прямоугольник представляет один модуль ОО. NTR – количество модулей ОО в системе ОО

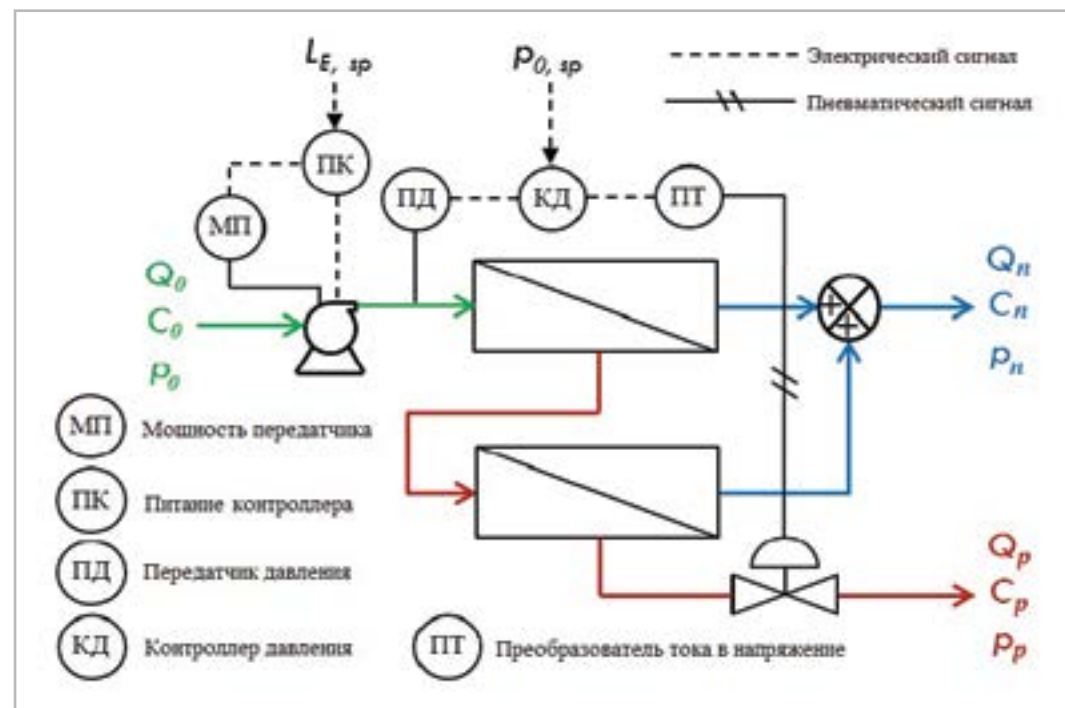


Рис. 3. Схема управления агрегатом ОО с двухступенчатым мембранным разделением

Установка первичного производства тепла, система термоэлектрического преобразования и необходимая генерация

Установка первичного производства тепла работает на полной мощности, вырабатывая эквивалентную электрическую нагрузку 180 МВт через систему термоэлектрического преобразования. В экстремальной ситуации, когда электрическая сеть запрашивает у ГБЭС необходимую генерацию 165 МВт при отсутствии ВИЭ, электрическая мощность, направляемая на опреснительную установку, составляет 15 МВт.

Система производства тепла с помощью возобновляемых источников энергии

Для систем производства тепла с помощью ВИЭ рассматриваются две отдельные системы: фотоэлектрическая система, которая преобразует солнечную энергию в электричество с использованием полупроводниковых материалов, и ветряная электростанция, которая преобразует кинетическую энергию ветра в механическую энергию или электричество через генератор.

Для тематических исследований каждый отдельный фотоэлектрический модуль имеет такой размер, чтобы он мог обеспечить максимальную номинальную мощность 4 МВт при стандартных условиях испытаний. Кроме того, предполагается, что семь фотоэлектрических модулей дают общую номинальную мощность 28 МВт, при условии, что допустимо линейное масштабирование мощности ВИЭ с количеством фотоэлектрических модулей. Аналогичным образом, восемь идентичных ветряных турбин, каждая мощностью 3,6 МВт, обеспечивают максимальную номинальную мощность 28,8 МВт при полной выработке.

Динамические характеристики расчета системы ОО

Проведено четыре тематических исследования (случаи 1-4) для анализа динамических характеристик установки ОО, интегрированной в рассматриваемую ГБЭС. В исследованиях наблюдаются ключевые переменные процесса (PI, RO, LE,sp, p0, Qp, Sp и Rs), чтобы оценить, является ли динамическое поведение установки

ОО удовлетворительным при каждом тесте. В таблице 2 перечислены значения настройки моделирования, используемые в каждом сценарии, рассмотренном в данной работе.

1 случай: Время отклика и скорость нарастания на 25%-ное увеличение LE_{sp}

Для оценки характеристики времени отклика и скорости линейного изменения предлагаемой установки ОО было выполнено ступенчатое изменение профиля электрической нагрузки при отсутствии ВИЭ. Переходный процесс был инициирован через 50 с из-за снижения потребности в электрической сети на 9 МВт с начального уровня генерации 144 МВт. Поскольку система ППТ-ТЭП генерировала постоянную электрическую мощность 180 МВт, это изменение привело к немедленному увеличению на 9 МВт в LE_{sp} (от начального уровня нагрузки 36 МВт). На рис. 4 показаны ответы контролируемых переменных (КП) и управляемых переменных (УП) после изменения шага, демонстрирующие очень короткое время отклика и скорость изменения в достижении двух целей управления. Как видно на рис. 4 (а), потребовалось около 30 с, чтобы потребляемая мощность соответствовала заданному изменению и достигла своего конечного значения путем соответствующей корректировки ω (рис. 4 (б)). Клапан контроля давления быстро увеличил отверстие (рис. 4 (в)), чтобы поддерживать давление подачи на постоянном значении 17,51 бар (рис. 4 (г)) в ответ на изменение шага, сделанное в LE_{sp} . Полученные результаты свидетельствуют о том, что ОО-установка, будучи интегрированной в конфигурации ГБЭС, может успешно участвовать в рассматриваемых вспомогательных услугах электрических сетей.

В рабочих условиях, рассматриваемых в данной работе, эффект «обратной диффузии» преобладает над эффектом «потока пермеата» на концентрационную поляризацию. В целом, это приводит к меньшей поляризационной концентрации при более высокой скорости подачи сырья и, следовательно, к снижению солёности пермеата

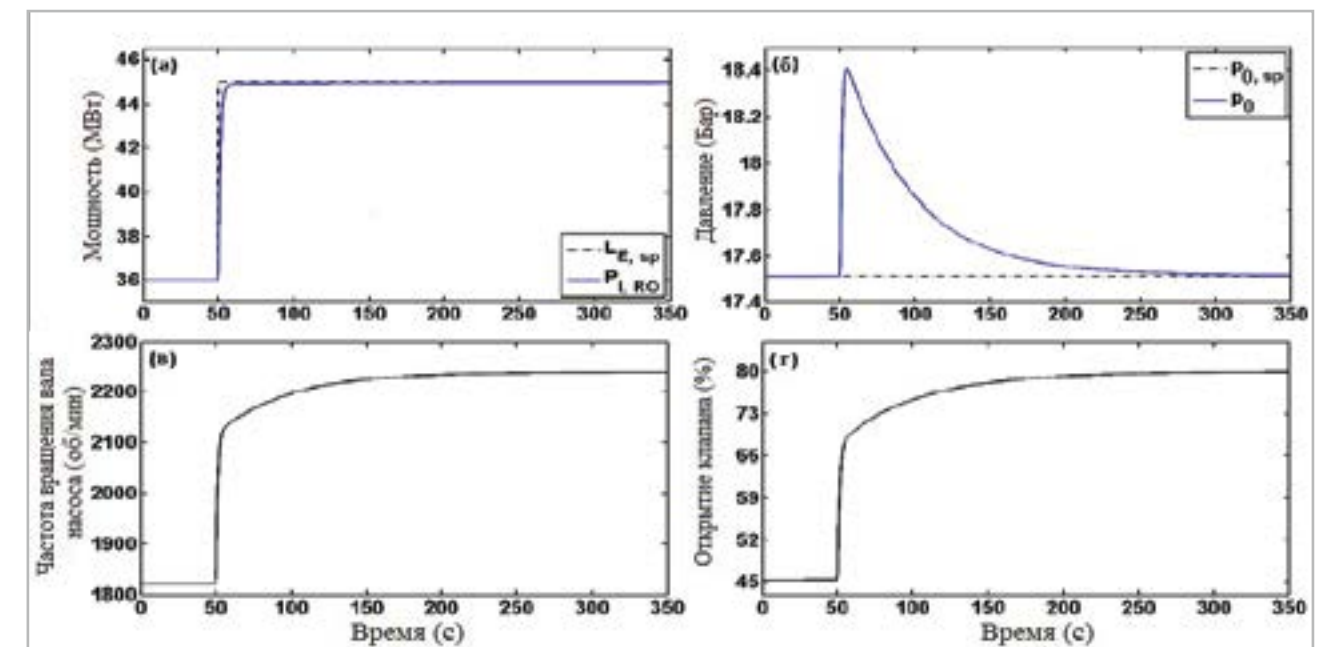


Рис. 4. Отклики КП и УП для 1 случая

(а) ПЭН (LE_{sp}) в зависимости от потребляемой мощности насоса (PI, RO); (б) частота вращения вала насоса (ω); (в) давление подачи ($p0, sp$) в зависимости от измеренного давления подачи ($p0$); (г) открытия клапана (Vop)

и разницы осмотического давления на мембране. Отказы от соли, показанные на рис. 6 (в), показывают обратно пропорциональное поведение пермеата. Другими словами, чем выше скорость потока подачи, тем чище пермеат, при условии, что давление подачи остается неизменным.

2 случай: ответ на нагрузку с фотоэлектрической солнечной энергией

Во 2 случае продемонстрирована способность следящей за нагрузкой установки ОО в качестве гибкого ресурса нагрузки при переменном генерировании фотоэлектрической солнечной энергии. Предполагается постоянный поток электричества в 165 МВт, доставленный из конфигурации ГБЭС в электрическую сеть; таким образом, минимальная нагрузка 15 МВт всегда распределяется на опреснительную установку. На рис. 5 показаны временные ряды КП, а также скорость и качество пермеата, смоделированные в течение одной недели. Как видно на рис. 5 (а), установка обратного осмоса может эффективно поглощать

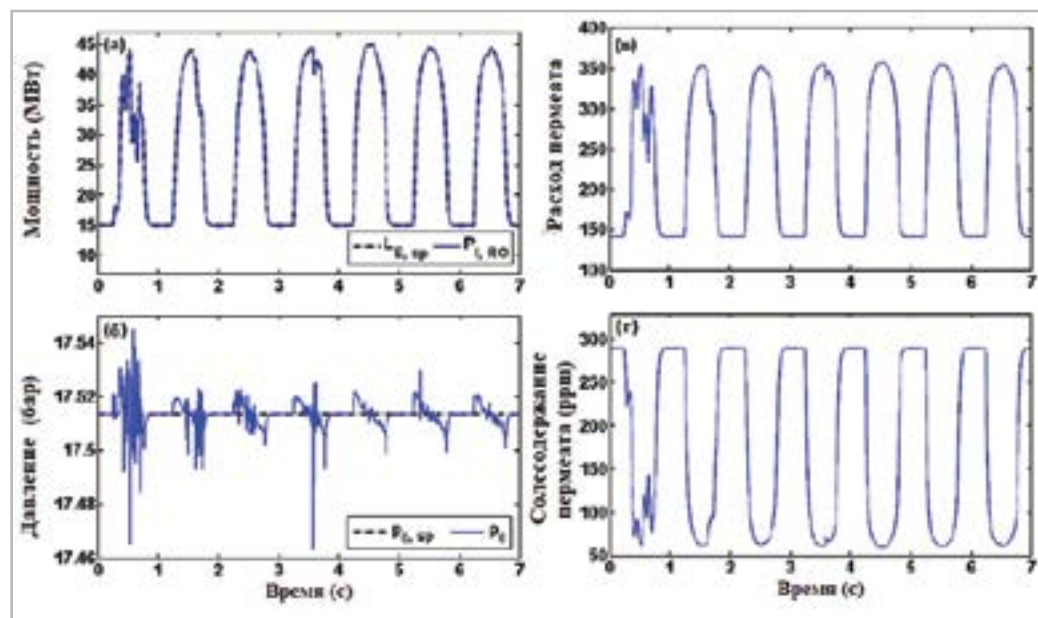


Рис. 5. Выходные ответы на ПЭН для 2 случая
(а) LE, sp против PI, RO ; (б) $p0, sp$ против $p0$; (в) Qn ; (г) Sn

локальную и мгновенную изменчивость в источнике мощности ВИЭ, соответственно изменяя LE, sp .

Полученные результаты свидетельствуют о том, что поскольку установка ОО может эксплуатироваться с минимальным изменением в течение необходимого времени, конфигурация ГБЭС может поддерживать изменения в выработке электроэнергии в течение достаточно длительного периода времени.

3 случай: ответная нагрузка с использованием ветровой энергии

Этот тест предназначен для оценки возможностей той же системы, которая рассматривалась в случае 2, для отслеживания нагрузки, но при выработке энергии ветра. Результаты, смоделированные в течение одной недели, представлены на рис. 6. Как видно, система ОО может точно отслеживать изменяющуюся во времени электрическую нагрузку (рис. 6 (а)), необходимую оператору для производства пресной воды (рис. 6 (в)), сохраняя требуемое давление подачи (рис. 6 (б)) и качество пермеата (рис. 6 (г)) всегда.

4 случай: эксплуатационная гибкость для экономической оптимизации с помощью фотоэлектрической солнечной энергии

В 4 случае конфигурация ГБЭС, которая включает в себя опреснительную установку и солнечные фотоэлектрические системы, работает под гибким оперативным управлением для оптимизации чистой приведенной стоимости. В этом случае использовалась функция экономической оптимизации для определения наиболее выгодного ассортимента продуктов, что приводило к изменению выработки электроэнергии в зависимости от зависящих от времени оптовых цен на электроэнергию (на сутки вперед), на товары и сырье. В этом случае был принят тот же профиль генерации ВИЭ (фотоэлектрической мощности), который рассматривался во 2 случае (рис. 7 (а)), при этом постоянная выработка электроэнергии (полезная нагрузка) составляла 180 МВт от системы ППТ-ТЭП (рис. 7 (в)) [7].

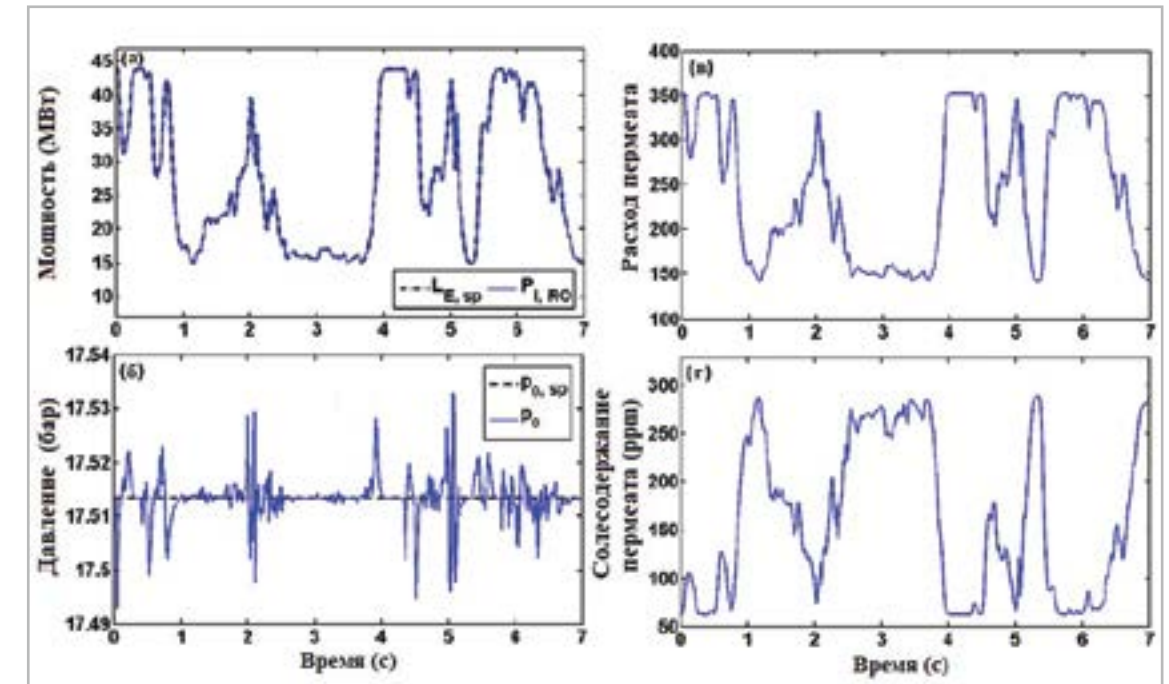


Рис. 6. Выходные ответы на ПЭН для 3 случая
(а) LE, sp против PI, RO ; (б) $p0, sp$ против $p0$; (в) Qn ; (г) Sn

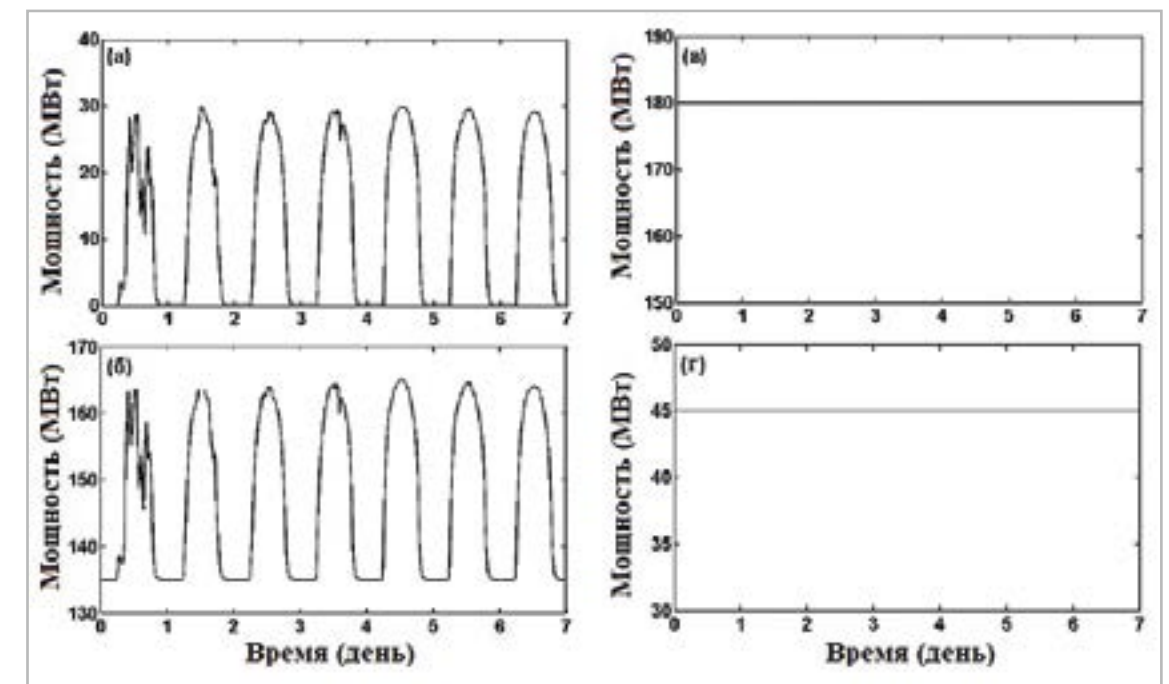


Рис. 7. Профили нагрузки/генерации для 4 случая
(а) выработка электроэнергии с помощью фотоэлектрической солнечной энергии; (б) оптимальный график отгрузки, соответствующий максимизации чистой приведенной стоимости; (в) полезная нагрузка с учетом ПЭН в установке ОО и спрос на электроэнергию в сети; (г) ПЭН

ВЫВОДЫ

1. Проведен динамический анализ производительности опреснительной установки ОО, интегрированной в ГБЭС, для количественной оценки ключевых динамических характеристик и изучения различных технических возможностей, которые могут возникнуть при включении гибких энергетических конфигураций в электрическую сеть.
2. Разработана динамическая модель процесса пресне-

ния ОО, в которой используется спирально-навитый мембранный модуль и соответствующая схема управления.

3. Получены результаты тематических исследований, которые показывают, что ОО-установка, будучи интегрированной в ГБЭС, может быстро реагировать и поддерживать требуемое изменение в течение достаточно длительного периода времени в ответ на большие и быстрые изменения в ПЭН для поддержки различных типов вспомогательных услуг.

НАДЁЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

С. П. Высоцкий, д.т.н., профессор; А. В. Писаренко, к.т.н., доцент

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» г. Макеевка

Аннотация. Выполнен анализ внутренних причин — состава транспортируемой среды, и внешних причин — механических воздействий от подработок и обводнений территорий в результате затопления шахт и погодных аномалий различной природы, на вероятность отказов и надежность работы трубопроводного транспорта. Приведены результаты исследований упрочнения почвы с использованием различных композиций на основе жидкого стекла. В отличающихся условиях внешних воздействий при изменении причин обводнения территории обоснована целесообразность применения разных композиций. Проанализировано влияние длительности эксплуатации трубопровода при транспортировке средств с различной коррозионной активностью на вероятность появления повреждений и надежность работы трубопроводного транспорта. Выполнен анализ эффективности использования трубопроводного транспорта при транспортировке тепла по трубопроводам различного диаметра.

Ключевые слова: трубопроводные коммуникации; тиксотропный эффект; коррозионная активность; длительность эксплуатации.



Высоцкий
Сергей Павлович



Писаренко
Анастасия Валериевна

Транспорт товаров и услуг является неотъемлемой частью существования современной цивилизации. Для транспорта высокореакционных энергоносителей (нефть и природный газ), некоторых химических соединений (аммиак) используется, в основном, трубопроводный транспорт. При доставке указанных товаров между континентами используется танкерный флот. По сравнению с такими видами транспорта как железно дорожный, автомобильный, авиационный трубопроводный отличается высокой надежностью и относительно низкой стоимостью.

Безальтернативным решением является трубопроводный транспорт горячей воды для систем отопления и, в некоторых случаях, для систем горячего водоснабжения теплоэлектроцентралей и теплофикационных котельных. Транспорт водоугольных суспензий автомагистральным трубопроводом стал привлекательной альтернативой другим видам транспорта, прежде всего, железнодорожному. В России был построен и находится в опытно-промышленной эксплуатации трубопровод для переноса водоугольного топлива (ВУТ) Белово-Новосибирск, годовой производительностью 3 млн. тонн угля на сухую массу. По указанному трубопроводу ВУТ транспортировалось от шахты Ильская в г. Белово на расстояние 260 км до ТЭЦ 5 г. Новосибирска.

Началом российского трубопроводного транспорта можно считать 1908 год, когда был сооружен нефтепровод, а в 1944 г. был сооружен трубопровод по транспортировке природного газа. Оба трубопровода находятся в эксплуатации до настоящего времени. Сеть трубопроводного транспорта покрывает огромные расстояния и составляет 230 тысяч километров, из них 143 тысячи километров — трубопроводы природного газа и 87 тысяч километров трубопроводов для транспортировки опасных жидкостей (нефть, газовый конденсат, нефтепродукты, жидкий аммиак и пр.). Трубопроводы проложены по территории с пересечением более 6000 рек [1].

Надежная, безопасная и эффективная эксплуатация трубопроводного транспорта является важным условием обеспечения не только стабильности и устойчивости работы отдельных регионов, но и экономики многих стран. Кроме этого в некоторых регионах возникают опасности при транспортировке такого безопасного продукта, как вода. Так, например, в Донецкой Народной Республике в районе г. Горловка подача воды в Донбасс осуществляется по каналу Северский Донец-Донбасс и на протяжении более 17 км проходит по трубопроводам большого диаметра. Трубопроводы проходят по территории, расположенной в местах подработок шахт. В отдельных местах просадка почвы под трубопроводами достигала 2,7 м. Нарушение или разрывы трубопровода или нескольких трубопроводов могут привести к тяжелым экологическим последствиям вследствие так называемого «эффекта домино».

Своевременный качественный анализ причин и последствий аварийных ситуаций, имеющих место при эксплуатации трубопроводных транспортных коммуникаций, может являться одним из методов предотвращения необратимых, сложных последствий.

Основные причины разрушения трубопроводов следующие: коррозия металла труб под напряжением, конструкционные дефекты, влияние природного воздействия,

Список литературы

1. Wuebbles D, Jain A. Concerns about climate change and the role of fossil fuel use. *Fuel Processing Technology* 2001;71(1–3):99–119.
2. Hamsic, N., Schmelter, A., Mohd, A., Ortjohann, E., Schultze, E., Tuckey, A., et al. Increasing Renewable Energy Penetration in Isolated Grids Using a Flywheel Energy Storage System. In: *Proceedings of the International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives; 2007 Apr 12–14; Setúbal, Portugal.* p. 195–200.
3. Ruth M., Zinaman O., Antkowiak, M., Boardman R., Cherry R., Bazilian M. Nuclear-renewable hybrid energy systems: Opportunities, interconnections, and needs. *Energy Conversion and Management* 2014;78:684–94.
4. Bragg-Sitton S., Boardman R. Overview of U.S. DOE Research and Development of Nuclear-Renewable Hybrid Energy Systems. *Transactions of the American Nuclear Society* 2015;112:113–6.
5. Garcia H., Chen, J., Kim J., McKellar M., Deason W., Vilim R., et al. Nuclear Hybrid Energy Systems - Regional Studies: West Texas & Northeastern Arizona. Idaho Falls (ID): Idaho National Laboratory, Nuclear Science and Technology Division; 2015 Apr. Report No.: INL/EXT-15-34503. Contract No.: DE-AC07-05ID14517. Sponsored by the U.S. Department of Energy.
6. Cherry R., Aumeier S., Boardman R. Large hybrid energy systems for making low CO2 load-following power and synthetic fuel. *Energy & Environmental Science* 2012;5(2):5489–97.
7. Bragg-Sitton S., Boardman R., Rabiti, C., Kim J., McKellar M., Sabharwall P., et al. Nuclear-Renewable Hybrid Energy Systems: 2016 Technology Development Program Plan. Idaho Falls (ID): Idaho National Laboratory, Nuclear Science and Technology Division; 2016 Mar. Report No.: INL/EXT-16-38165. Contract No.: DE-AC07-05ID14517. Sponsored by the U.S. Department of Energy.
8. Panwar, M., Mohanpurkar, M., Osorio, JD, Hovsapien, R. Significance of Dynamic and Transient Analysis in the Design and Operation of Hybrid Energy Systems. In: *Proceedings of the 9th International Topical Meeting on Nuclear Plant Instrumentation, Control, and Human Machine Interface Technologies [Internet]; 2015 Feb 23–26; Charlotte, NC.* Available: <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/1179379/>.
9. Eichman J., Harrison K, Peters, M. Novel Electrolyzer Applications: Providing More Than Just Hydrogen. Boulder (CO): National Renewable Energy Laboratory; 2014 Sep. Report No.: NREL/TP-5400-61758. Contract No.: DE-AC36-08GO28308. Sponsored by the U.S. Department of Energy.

неудовлетворительный анализ рисков, низкое качество менеджмента [2]. Статистика аварийных ситуаций на трубопроводах транспорта газа и нефти показывает, что причины нарушений следующие: внешняя коррозия и коррозия под напряжением – 31%, конструкционные дефекты и повреждения – 29%, повреждения от внешних воздействий – 23%, дефект материала трубопроводов – 12 %, ошибки операторов – 5 %.

Целью исследования является анализ причин повреждения трубопроводов и методов их устранения для снижения уровня технических и экологических рисков.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЙ

Вероятность отказов и надежность работы трубопроводного транспорта связана с разгерметизацией трубопровода и обусловлена локальными дефектами, имеющими внутренние причины – коррозионные повреждения, и внешние – механические воздействия различной природы. При транспортировке коррозионно-активных сред или сред, содержащих коррозионно-активные вещества (например, нефтепродукты или природный и попутный газ, содержащие соединения серы), вероятность появления неблагоприятных последствий (разрывов, свищей) может отличаться в несколько раз, а длительность безопасной эксплуатации отличается на порядки. На рис. 1 показана зависимость вероятности повреждения на ТП от длительности эксплуатации при транспорте различных сред, а на рис. 2 – зависимость надежности транспортных систем от длительности эксплуатации для идентичных условий [3].

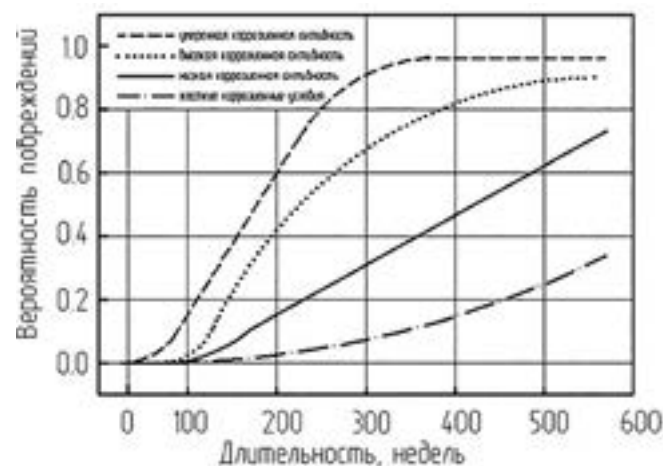


Рис. 1. Зависимость вероятности проявления повреждений от длительности эксплуатации при транспорте различных жидкостей

Стремление к экономии капитальных затрат, например, потоков горячей воды по теплотрассам, может служить причиной уменьшения внутреннего диаметра трубопроводов. При этом повышаются эксплуатационные затраты за счет увеличения перепада давления при транспортировке жидкостей. Зависимость величины перепада давления от количества транспортируемого тепла при разных диаметрах трубопроводов приведена на рис. 3. На рис. 4 приведена зависимость количества транспортируемого тепла от скорости среды в трубопроводе при разных диаметрах трубопроводов [4].

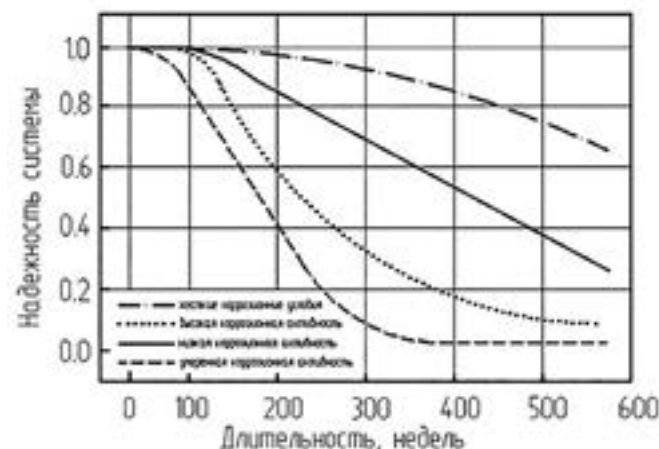


Рис. 2. Зависимость надежности транспортных систем от длительности эксплуатации при транспорте различных жидкостей

Приведенные данные показывают важность учета экологических и экологических факторов при проектировании и строительстве трубопроводных транспортных систем с оценкой перспективы развития данного региона.

Рассмотрение внешних воздействий особенно важно для нашего региона, т.к. их количество существенно

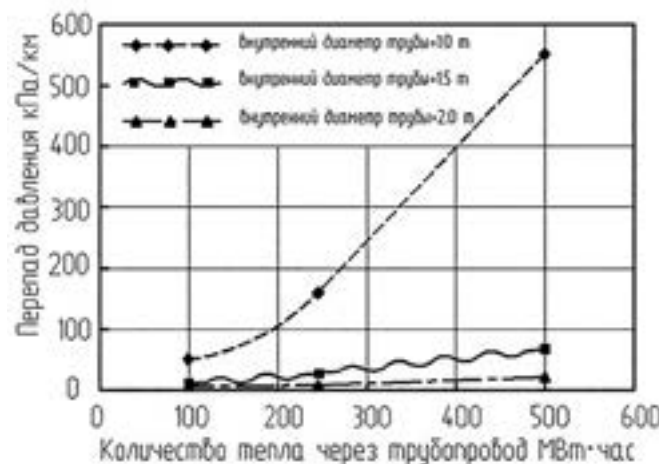


Рис. 3. Зависимость величины перепада давления от количества транспортируемого тепла при разных диаметрах трубопроводов

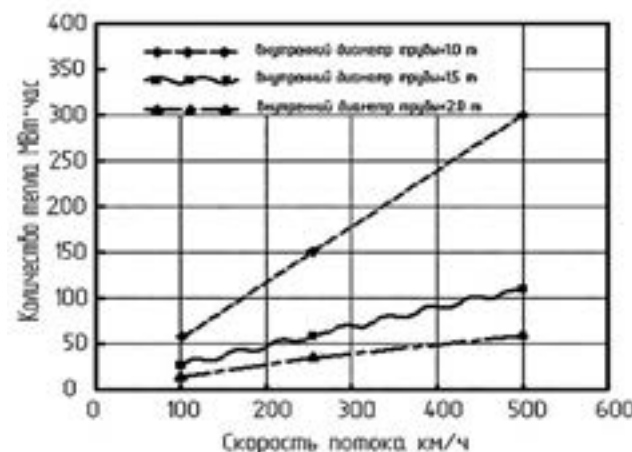


Рис. 4. Зависимость количества транспортируемого тепла от скорости среды в трубопроводе при разных диаметрах трубопроводов

превышает уровни в других странах. Одним из воздействий являются отмеченные ранее подработки территорий над полями шахтных выработок. Критическими параметрами являются уровни смещений трубопроводов, уровни сил, возникающих в сооружениях, или реакций на смещения, а также геометрические параметры воздействий. Авторы обработали экспериментальные данные, полученные в лабораторных условиях, в работе [5]. Полученные результаты показывают, что смещение грунта под воздействием ударной нагрузки описывается уравнением $S = 68 \cdot L/B$, мл, а усилия, возникающие при действии на трубопровод, уравнением $N = 20 \cdot B/L$, Н, где S – степень смещения почвы, мл; L – размер длинной стороны объекта, действующего на трубопровод, м; B – характерный размер почвы над трубопроводом, м (рис. 5).

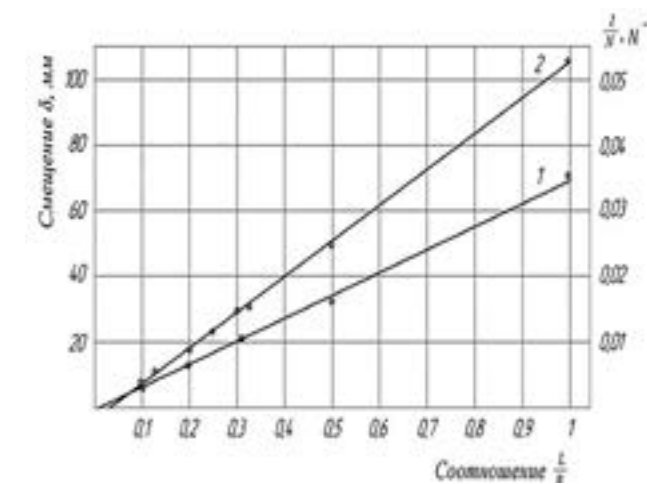


Рис. 5. Зависимость уровня воздействий на трубопровод в зависимости от соотношения L/B

В современных условиях происходит увеличение количества и длительности аномальных климатических явлений, что вызвало большое усиление последствий в результате развития во многих грунтах тиксотропных явлений. Неблагоприятные последствия их проявления усиливаются в результате развития во многих грунтах тиксотропных явлений, при которых резко изменяются структурно-текстурные свойства грунтов и их способность противостоять внешним воздействиям [6,7]. При этом изменяются прочностные характеристики оснований сооружений, что приводит к их деформациям и разрушениям. Деформации земной поверхности усиливаются также при наличии подработок в шахтерских городах и поселках. Такие явления имеют место на территории Донецкой, Луганской, Днепропетровской, частично Полтавской и Харьковской областей Украины; а также территории Ростовской области Российской Федерации, которые расположены в Донецком угольном бассейне. При добыче угля в пластах крутого падения на земной поверхности образуются вытянутые вдоль простирания пластов террасообразные уступы высотой до 60 см. В последнюю четверть прошлого века они стали причиной массового разрушения жилья, социальных объектов и инженерных коммуникаций городов Центрального Донбасса [8].

Влияние деформаций на трубопроводные коммуникации различного назначения приведено в табл. 1.

На большей части территории Украины залегают лёссовые грунты (65% площади). Толщина лёссовых грунтов составляет от 3 до 35 м, а просадочность при давлении 0,3 МПа составляет от 0,01 до 0,15 м. В пределах Украины макropористые лёссовые грунты подстилаются глинастыми практически водонепроницаемыми грунтами,

поэтому образование водоносного слоя практически неизбежно. При малой остаточной влажности лёсс практически прочен, но с увеличением влажности лёсс склонен к просадкам. Все вышеперечисленные факторы приводят к снижению эксплуатационной надежности сооружений [9].

Деформация основания трубопроводных коммуникаций зависит от нагрузки «Р» на основание, а работа деформации определяется как $A = P \cdot \Delta L$ путем интегрирования бесконечно малой величины работы при бесконечно малом нарастании сдвига dL с деформацией основания:

$$\int_0^A dA^+ = \int_0^{L_{расп}} \frac{1}{EF} P \cdot dL, \quad (1)$$

в результате интегрирования получаем:

$$A = \frac{L_{расп}^2}{2} \frac{P}{EF} = \frac{L_{расп}^2}{2E} \cdot \sigma, \quad (2)$$

Таким образом, работа деформации пропорциональна произведению квадрата сдвиговой деформации на величину напряжения сдвига и обратно пропорциональна модулю упругости «Е».

По модели Ньютона касательное напряжение « τ », которое является наиболее опасным для строительных сооружений, равно относительной скорости сдвига « V » умноженной на вязкость среды при сдвиге « η »

$$\tau = \eta \cdot V \quad (3)$$

Из 3-го закона Ньютона для противодействия деформации необходимо повышать вязкость среды (в рассматриваемом случае – тиксотропной среды).

Из указанного уравнения следует, что увеличение вязкости суспензии обеспечивает повышение уровня сдвиговой деформации и соответственно увеличение устойчивости коммуникаций. Основным показателем устойчивости грунта от напряжения сдвига зависит от тиксотропных характеристик. Последние зависят также от типа воздействий на грунт: знакопеременные, частотные и т. д. Тиксотропные свойства грунтов проявляются в виде ползучести конструкции, например, при наличии вибрации в элементах конструкции при дросселировании потока жидкости или газа в местах наличия арматуры, сужения или расширения потока, а также значительного изменения направления потока. Подобные явления могут иметь место на газопроводах или нефтепроводах, а также на строительных сооружениях, размещенных на грунтах, подверженных тиксотропным воздействиям и расположенных вблизи потоков транспортных средств, которые создают вибрации в элементах конструкций.

Применение химических способов улучшения строительных свойств грунтов показало их эффективность при реконструкции коммуникаций либо усилении фундаментов существующих сооружений. Это в значительной степени объясняется тем, что дает возможность проводить работы без прекращения эксплуатации здания. Подавляющее большинство рецептов силикатизации грунтов были основаны на использовании неорганического полимера – силиката натрия [9]. Это обусловлено относительной дешевизной указанного химического соединения, а также возможностью регулирования его физико-химических характеристик. На рис. 1 показано влияние модуля жидкого стекла на плотность его раствора и вязкость. Кроме модуля вязкость растворов зависит от молекулярной массы. Последняя зависит от вида активации растворов.

Таблица 1.

Влияние деформаций на объекты различного назначения

Объект воздействия	Чувствительность разных объектов к отдельным видам деформации земной поверхности				
	Просадка	Уклон	Уступы	Растяжение	Сжатие
Магистральные трубопроводы			Б	С	С
Водопроводные сети			Б	С	С
Линии канализации	Б		Б	С	С
Газопроводы	М		Б	С	С
Подземные кабели			Б	М	С

Примечание: М – малая, С – средняя, Б – большая.

Следует отметить, что силикатизация может обеспечить положительный эффект только после активации жидкого стекла и получения геля кремниевой кислоты. Этот процесс может быть реализован за счет реакции гидросиликата Na с гидрокарбонатной щелочностью воды. При отсутствии последней положительного эффекта не будет наблюдаться или будет минимальный.

Согласно Флори, характеристическая вязкость зависит от размеров макромолекулярного клубка:

$$\eta = \Phi_0 (\bar{h}^2)^{3/2} / M, \tag{4}$$

где Φ_0 – константа Флори, Па·с·г/(моль·м); \bar{h}^2 – среднеквадратическое расстояние между конечными участками полимерной цепи, м;

M – молекулярная масса полимерной структуры, г/моль.

Обращает на себя внимание то, что при меньших значениях модуля жидкого стекла влияние прироста разности плотности раствора и растворителя на увеличение прироста вязкости существенно больше, чем при использовании жидкого стекла с повышенными значениями модуля. Это можно объяснить увеличением соотношения $(\bar{h}^2)^{3/2} / M$ за счет уменьшения молярной массы полимера для малых значений модуля жидкого стекла.

Эффективность использования закрепления грунта обычно проверяют пенетрометром – коническим грузом, погружаемым на определенную глубину под действием собственного веса. Однако этот процесс происходит в статических условиях. На практике при обводнении почвы процесс изменения физико-химических характеристик грунта происходит в динамических условиях, при этом возникает тиксотропный эффект.

Нами разработана установка, позволяющая оценить изменение тиксотропных характеристик грунта в зависимости от его типа, нагрузки и характеристик закрепляющего раствора [11].

На опытном образце установки проведены эксперименты по определению сдвиговой деформации при закреплении обводненного грунта растворами кремниевой кислоты, а также растворами кремниевой кислоты с добавлением анионоактивного полиакриламида Есофлос [12]. В результате экспериментов получены зависимости, по которым видно, что напряжение сдвига при массовой доле раствора в грунте выше 3,0% практически не меняется и резко возрастает при уменьшении массовой доли ниже 3,0%. При равных концентрациях растворов в грунте, чем выше массовая доля SiO₂, тем больше напряжение сдвига (рис. 6).

Наименьшее сопротивление оказывали частицы в водонасыщенном состоянии, затем закрепленные жидким

стеклом. Наиболее эффективным был грунт с массовой долей 1 и 2% SiO₂. Проникающая способность раствора с присадкой полиакриламида оказалась значительно выше по сравнению с раствором гидросиликата Na.

В 40-е годы XX в. было замечено, что некоторые полимеры (полиэтиленоксид, полиакриламид, полиакриловая кислота и др.) в водных растворах проявляют необычные свойства, в частности, способность к комплексообразованию со многими неорганическими и органическими веществами; осаждение из водных растворов твердых примесей; снижение гидравлического сопротивления прокачиваемой жидкости; снижение турбулентности течения жидкости в трубах; усиление потока течения воды в трубах и пожарных шлангах и др.

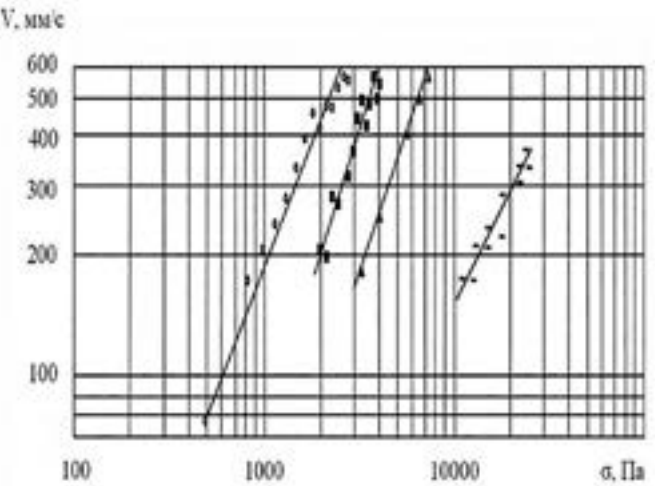


Рис. 6. График зависимости скорости от напряжения сдвига при различных закрепляющих составах в грунте при 50%-м соотношении грунт-раствор: — — 3% SiO₂; ▲ — 2% SiO₂; ■ — 1% SiO₂; ● — 0,5% SiO₂

В экспериментальных условиях установлено, что в зависимости от направления поступления воды снизу вверх (при подтоплении шахтными водами) или сверху вниз (при паводках) целесообразно изменять рецептуру закрепляющих растворов. В первом случае рационально применять так называемый силоксановый экран из активированной кремнекислоты, а во втором – использовать эффект Томса для снижения тиксотропного эффекта.

ВЫВОДЫ

Выполнен анализ внутренних причин – состава транспортируемой среды, и внешних причин – механических воздействий различной природы, на вероятность отказов

и надежность работы трубопроводного транспорта. Приведены результаты исследований упрочнения почвы с использованием различных композиций на основе жидкого стекла. В отличающихся условиях внешних воздействий при изменении причин обводнения территории обоснована целесообразность применения разных композиций.

Эксплуатационная надежность трубопроводов зависит от тиксотропного эффекта. Применение своевременного закрепления грунтового массива может минимизировать или полностью предотвратить негативное влияние тиксотропного эффекта на трубопроводные коммуникации.

Раствор активной кремниевой кислоты с полиакриламидом наиболее эффективен с массовой долей 2% SiO₂ и может применяться для обеспечения эксплуатационной надежности и повышения несущей способности оснований зданий. Следовательно, рационально применять раствор активной кремниевой кислоты с полиакриламидом с массовой долей SiO₂ 2%. При увеличении в растворе массовой доли полиакриламида в грунте эффект Томса на грани сред способствует отводу грунтовых вод от укрепленного массива, что обеспечивает дополнительное усиление просадочного грунта.

Проанализировано влияние длительности эксплуатации трубопровода при транспортировке жидкостей с различной коррозионной активностью на вероятность появления повреждений и надежность работы трубопроводного транспорта. Выполнен анализ эффективности использования трубопроводного транспорта при транспортировке тепла по трубопроводам различного диаметра.

Литература

1. RUSANOVA, G. V. 1997. Evolution of human-affected soils along a gas pipeline in the Northern Urals. In Eurasian Soil Science C/C of Pochvovedenie, vol. 30, no. 7, pp. 889–897. SZYPLAKY, D. – VASZI, Z. – VARGA, A. 2013. Effect of tem
2. РД 39-132-94. Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов / Госстрой России – М.:ГУП ЦПП, 1994.
3. Chinedu Ossai. A Data-Driven Machine Learning Approach for Corrosion Risk Assessment—A Comparative Study // School of Information Technology & Mathematical Sciences, University

of South Australia, Mawson Lakes Campus, GPO Box 2471 Adelaide, SA 5001, Australia-Big Data Cogn. Comput. 2019, 3(2), pp. 28-43.

4. Zhaolin Wang. Water Splitting Technologies for Hydrogen Cogeneration from Nuclear Energy // Nuclear Power – Deployment, Operation and Sustainability - Vol. 233, pp. 355-362.
5. Dong-ManRyu. Lab-scale impact test to investigate the pipe-soil interaction and comparative study to evaluate structural responses // International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering. – July 2015, Volume 7, Issue 4, Pages 720-738.
6. Belvederesi C. University of Calgary; Calgary, AB: 2017. Statistical Analysis of Oil and Gas Pipeline Accidents with a Focus on the Relationship between Pipeline Design and Accident Consequences. [Google Scholar].
7. Pipeline Hazardous Material Safety Administration. 2017. Petroleum Pipeline Systems.https://primis.phmsa.dot.gov/comm/PetroleumPipelineSystems.htm?nocache=4446 Available from. [Google Scholar].
8. Завьялов, В. В. Проблемы эксплуатационной надежности трубопроводов на поздней стадии разработки месторождений. – М.: ОАО «ВНИИО-ЭНГ», 2005. 332 с.
9. Karol, R. H. Chemical Grouting and Soil Stabilization. N.-Y.: Dekker, 2003. 584 p.
10. Мишурова, Т. В. Закрепление песчаных оснований, загрязненных фосфорнокислыми промстоками, в условиях действующего производства: Дисс канд. техн. наук: 05.23.02. – Днепропетровск, 2001. – 171 с.
11. Пат. № 114230 Украина МПК G01N 3/24. Установка для дослідження тиксотропних характеристик ґрунтів [Текст] / С. П. Высоцкий, А. В. Писаренко; заявитель и патентообладатель С. П. Высоцкий, А. В. Писаренко; заяв. 04.05.2016; опубл. 10.03.2017, Бюл. № 5. – 10 с.
12. Писаренко, А. В. Анализ свойств закрепляющего раствора на основе активной кремниевой кислоты и полиакриламида для усиления просадочных грунтов [Электронный ресурс] / А. В. Писаренко, В. И. Братчун // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – Макеевка: ДОНАСА, 2017. – Вып. 2017-2(124) – С. 154-160. Режим доступа : http://www.donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2017/vestnik_2017-2 (124).pdf.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЭМИССИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И УСТАНОВЛЕНИЕ ОПАСНОГО РАССТОЯНИЯ ДЛЯ СТРОЯЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ КОНСТРУКТИВНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ

Т. С. Башева, к.т.н., доцент; А. А. Шейх

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» г. Макеевка

Аннотация. В работе установлены основные факторы, влияющие на величину воздействия строительного процесса на атмосферный воздух. Определены валовые значения образующихся загрязняющих веществ на разных стадиях строительства с последующей их суммацией. Установлено, что при строительстве зданий наибольшее количество выбросов загрязняющих веществ выбрасывается в атмосферный воздух при работе спецтехники и выполнении земляных работ на нулевом цикле возведения зданий. Установлены математические зависимости изменения суммарного значения валовых выбросов от объема строительства, этажности зданий. Изучено изменение величины эмиссии загрязняющих веществ с учетом календарного графика выполнения строительных работ. Определены расстояния от источников выброса на строительной площадке, на которых достигаются максимальные концентрации загрязняющих веществ. Получены карты изолиний приземных концентраций загрязняющих веществ для выборки исследуемых объектов на стадии выполнения работ нулевого цикла.

Ключевые слова: экологическая безопасность, строительство, этапы возведения, загрязнение атмосферы, мощность выбросов, период строительства, жилая застройка.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Выбор правильных технологических и организационных решений на этапах проектирования современных жилых объектов зависит от правильной оценки уровня воздействия строительства зданий большой этажности на атмосферный воздух [1]. Чаще всего возводимые здания являются многоэтажными, поскольку территории, на которых планируется строительство, имеют небольшие размеры по площади и размещаются вблизи уже существующих жилых домов. В виду того, что процесс строительства зданий носит кратковременный характер, воздействие на состояние всех компонентов ОС, в частности на атмосферный воздух, является временным и незначительным по сравнению с другими источниками загрязнения городской среды. Поскольку по завершению проведения всех видов работ воздействие прекращается, происходит нормализация показателей качества воздуха на данном участке территории. О величине негативного влияния процесса строительства зданий на атмосферный воздух на конкретной отдельно взятой территории можно судить только лишь на основании полученных расчетным путем значений максимально разовых и валовых выбросов загрязняющих веществ, образующихся при выполнении строительных работ на стройплощадке. А установление величины опасного расстояния для объектов позволит в дальнейшем определить условные расстояния для нормирования санитарно-защитной зоны объектов жилой застройки, поскольку, при невозможности применения эффективного газоочистного оборудования для неорганизованных источников выбросов, одним из основных принципов обеспечения экологической безопасности на строительной площадке является принцип защиты расстоянием.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Согласно Закону ДНР «Об охране окружающей среды» [2], Федеральному закону от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Об охране окружающей среды» и ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» [3], при проектировании и строительстве новых зданий обязательно должна производиться оценка их воздействия на окружающую среду, на основании которой на весь период строительства разрабатываются мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду. Для того, чтобы правильно оценить влияние процесса возведения здания на атмосферный воздух территории застройки необходимо учитывать технологию и особенности организации каждого отдельного строительства, так как возводимые жилые здания отличаются друг



Башева
Татьяна Сергеевна



Шейх
Александра Александровна

от друга конструктивными параметрами, площадью строительной площадки, объемами и продолжительностью строительства.

В работе [4] установлены основные факторы, влияющие на величину воздействия строительного процесса на атмосферный воздух: продолжительность строительства, этажность зданий, план расположения застройки, применяемые материалы в процессе строительства и их количество. При этом следует учитывать, что степень загрязнения атмосферного воздуха обуславливается целым рядом природно-климатических факторов: температурой и влажностью воздуха, направлением и скоростью ветра, характером рельефа местности и растительности. В условиях городской застройки определяющими факторами метеопараметров для рассеивания являются локальный вектор и скорость ветра, влияние остальных относительно инертно [5]. В значительной степени уровень воздействия на ОС зависит от технологической оснащенности строительного производства, типа и качества строительных машин, механизмов и транспортных средств, типов и мощности их двигателей и других факторов. Немалое значение на показатели эмиссии оказывают совершенство организации и технологии производства строительного процесса [6]. Установлено [7], что при строительстве зданий наибольшее количество выбросов загрязняющих веществ выбрасывается в атмосферный воздух при работе спецтехники и выполнении земляных работ на нулевом цикле возведения зданий.

ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ СТАТЬИ

Изучение влияния конструктивных особенностей строящихся зданий и характеристик источников выбросов, расположенных на строительной площадке, на величину эмиссии расстояния до загрязняющих веществ и расстояние, на котором достигается максимальная концентрация загрязнений.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методология и методы проведения исследования. Для анализа изменения величины эмиссии загрязняющих веществ в процессе возведения новых зданий и установления опасного расстояния для строительных объектов в работе проанализированы проекты возведения 20 жилых зданий различной этажности: от 3-х до 26-ти этажей, которые были расположены в одной климатической зоне. Здания отличались между собой этажностью, архитектурно-планировочными особенностями, объемами и периодом строительства. В таблице 1 представлена сравнительная характеристика архитектурно-технических параметров исследуемых объектов.

В ходе выполнения исследований были определены максимально разовые и валовые значения образующихся загрязняющих веществ на разных стадиях строительства с последующей их суммацией. Поскольку на сегодняшний день нет утвержденных методик, которые предназначены для определения выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух на строительных площадках, то для оценки этих выбросов используют методики, в которых содержится порядок расчета выбросов, поступающих от отдельных процессов и механизмов, используемых непосредственно на строительной площадке [8-15]. При расчете значений валовых выбросов в атмосферу были определены годовые массы следующих веществ, образующихся

в процессе возведения зданий: Дижелезо триоксид, марганец и его соединения, хром, азота диоксид, азота оксид, сажа, сера диоксид, углерод оксид, фтора газообразные соединения, фториды плохо растворимые, диметилбензол, керосин, уайт-спирит, взвешенные вещества, пыль неорганическая: $SiO_2 > 70\%$. На основании полученных значений максимально разовых значений выбросов были определены опасные расстояния от источника выброса с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы УПРЗА «Эко центр». На примере строительства 6-ти этажного жилого здания (п. 6 таблица 1) было изучено изменение величины эмиссии загрязняющих веществ с учетом календарного графика выполнения строительных работ.

Результаты исследований. Источниками загрязнения атмосферного воздуха при возведении новых жилых объектов являются практически все виды строительных работ, производимые на каждом из этапов строительства [4,16]. Анализ характерных признаков источников загрязнения атмосферы, расположенных на стройплощадках (рис. 1), позволил установить, что согласно принятой классификации источников загрязнения воздушной среды городских территорий [17] они относятся к неорганизованным источникам (тип 3). При этом характеристика источника «по высоте выброса», зависящая от высоты H устья источника выброса загрязняющего вещества над уровнем земной поверхности, меняется в зависимости от этапа строительного производства:

- работы нулевого цикла относятся к наземным источникам, когда устье источника выброса находится на высоте $H < 2$ м;
- низкими принято считать источники высотой $H = 2-10$ м. Низкие, расположенные в зоне подпора или аэродинамической тени здания или другого препятствия;
- при выполнении строительных работ первого и второго циклов источники выбросов относятся к категории средней высоты (высотой $H = 10-50$ м);
- с появлением высотного строительства и возведением зданий более 17 этажей на строительной площадке можно выделить источники «высокие» — высотой $H > 50$ м.

Классификация источников выбросов, расположенных на строительном объекте, является первоочередной задачей, так как тип источника и условия выбросов влияют на выбор расчетной методики определения величины максимально достигаемой приземной концентрации вредного вещества на опасном расстоянии от источника выброса.

В работе на основании полученных суммарных значений валовых выбросов и таблицы 1 были установлены математические зависимости изменения суммарного значения валовых выбросов от объема строительства (рис. 2 а), этажности зданий (рис. 2 б).

Анализ рисунка 2 а показал, что наблюдается увеличение количества выбросов в атмосферу с увеличением объемов строительства объекта по степенной зависимости $M_B = 0,04V_z^{0,48}$. Так, например, при сравнении процесса строительства 3-х и 15-ти этажных зданий наблюдается увеличение количества объемов строительства почти в 12 раз, и как следствие, количество выбрасываемых загрязняющих веществ увеличивается в 3,2 раза. Сравнивая проекты возведения 15-ти и 26-ти этажных зданий, при увеличении объема

Таблица 1.

Сравнительная характеристика исследуемых объектов строительства							
№ п/п	Этажность здания	Размеры в плане, м	Высота здания м	Площадь застройки, м ²	Площадь участка, м ²	Строительный объем, м ³	Время строительства, день
1	3	42,0x36,0	11,65	1512,0	5300	12651	119
2	3	20,0x13,0	13,60	284,0	915	3667	214
3	5	120,0x140,0	22,50	4585,7	16800	119493	812
4	5	27,0x12,0	29,66	2734,7	7865	11733	189
5	5	27,5x19,2	15,60	1385,0	6750	8016	165
6	6	20,5x25,1	23,78	643,4	4179	17636	300
7	5	37,2x12,6	19,10	1459,9	6000	10428	270
8	8	92,8x48,8	28,92	1226,5	63000	34328	336
9	9	60,0x18,0	30,80	2108,0	10260	35640	352
10	9	30,1x50,4	31,80	1517,0	11920	48511	430
11	9	39,4x10,3	32,90	1442,0	8760	18678	250
12	9	40,5x58,9	30,50	2385,9	4163	11134	415
13	10	70,2x19,0	31,70	3306,0	11304	63168	370
14	12	30,8x49,4	41,00	953,0	11714	39073	395
15	14	98,2x15,5	46,72	3521,0	43695	35720	235
16	15	17,0x56,7	53,57	806,4	16125	42739	438
17	16	14,4x52,8	50,40	760,3	8892	35453	352
18	20	42,0x48,0	64,00	815,0	12200	43200	315
19	25	27,6x27,6	86,50	930,0	10410	62694	572
20	26	24,7x23,0	83,49	1615,0	14252	53676	560



Рис. 1. Источники загрязнения атмосферного воздуха на строительных площадках в зависимости от этапа строительства

зданий в 1,4 раза, валовые выбросы возрастают в 1,35 раз. Рост этажности возводимых зданий (рис. 2 б) также влечет за собой дополнительную нагрузку на атмосферный воздух и увеличивается по логарифмической зависимости $M_B = 2,5 \ln(n) - 0,7$. Сравнительный анализ выбросов от строительства 3-х и 15-ти этажных зданий показал, что увеличение этажности в 5 раз увеличивает выбросы в 3,2 раза. Если сравнить строительство высотных зданий, например, 15-ти и 26-ти этажных, то увеличение этажности

в 1,7 раза повышает тоннаж выбросов в 1,5 раза. Это объясняется тем, что существенный вклад в суммарное значение выбросов приносят земляные работы. Можно сказать, что согласно рисунку 2 б удельный прирост (ΔM_B) количества выбросов загрязняющих веществ на один возводимый этаж составляет $\Delta M_B = 0,29$ т/этаж. Детальный анализ проектов жилых зданий показал, что с увеличением роста зданий с 3-х до 4-х этажей удельное количество образующихся веществ

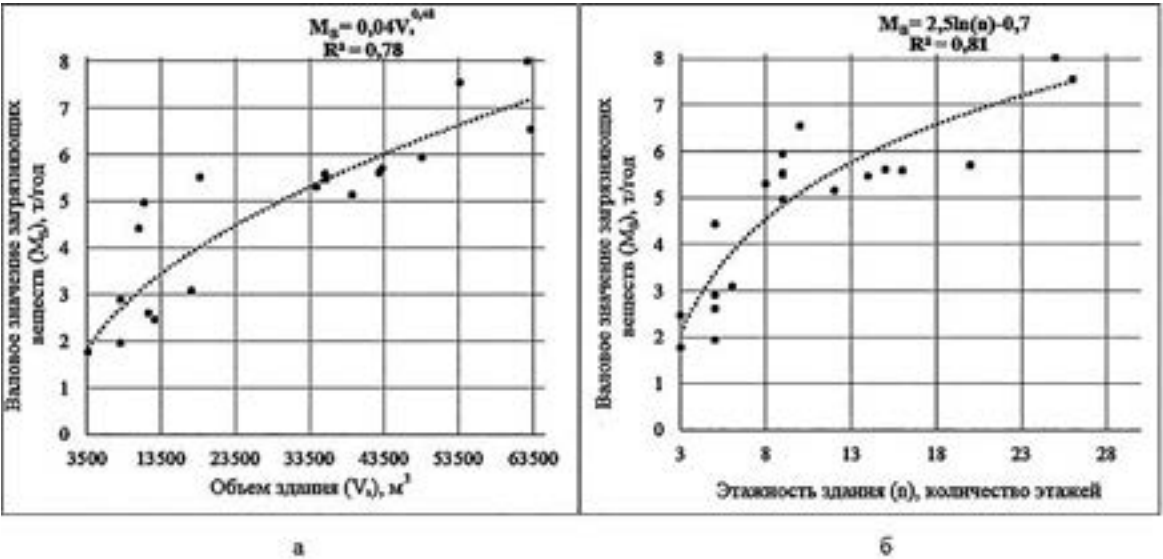


Рис. 2. Зависимость изменения валовых выбросов от объемов строительства (а) и этажности зданий (б)

составляет $\Delta M_B = 0,84$ т/этаж за счет проведения земляных работ, а далее в результате проведения отделочных работ – снижается. Например, при сравнении проектов 14-ти и 15-ти этажных зданий, значение удельного прироста составляет $\Delta M_B = 0,13$ т/этаж. Следовательно, с увеличением этажности зданий показатель удельного прироста обратно пропорционально снижается. Полученные расчетным путем величины мощности выбросов вредных веществ, сопоставленные с календарным планом производства выполнения строительных работ, позволили определить наиболее опасный период строительства с точки зрения воздействия на окружающую среду (рис. 3). Результаты представлены для случая строительства 6-ти этажного здания (п.6 таблицы 1) на строительной площадке. Как следует из полученных данных, максимальная величина эмиссии поллютантов в ходе строительных работ

приходится на промежуток времени с 18 по 40 день, на котором происходит выполнение работ нулевого цикла – разработка грунта в котловане и монтажные работы подземной части, поскольку на данном этапе основными источниками выделения загрязняющих веществ являются работы, связанные с планировкой строительной площадки, хранением сыпучих строительных материалов (выемка грунта при рытье котлованов, траншей, бурильные работы, отсыпка площадок, например, песком, щебнем, места хранения пылящих материалов), различные виды сварки, резки металлоконструкций, механическая обработка материалов, дорожно-строительные машины (бульдозеры, экскаваторы, краны, погрузчики) и автомобильная техника (самосвалы, грузовые машины). Полученная зависимость (рис. 3) изменения величины эмиссии загрязняющих веществ с учетом календарного графика позволяет сконцентрировать внимание природоохранных служб

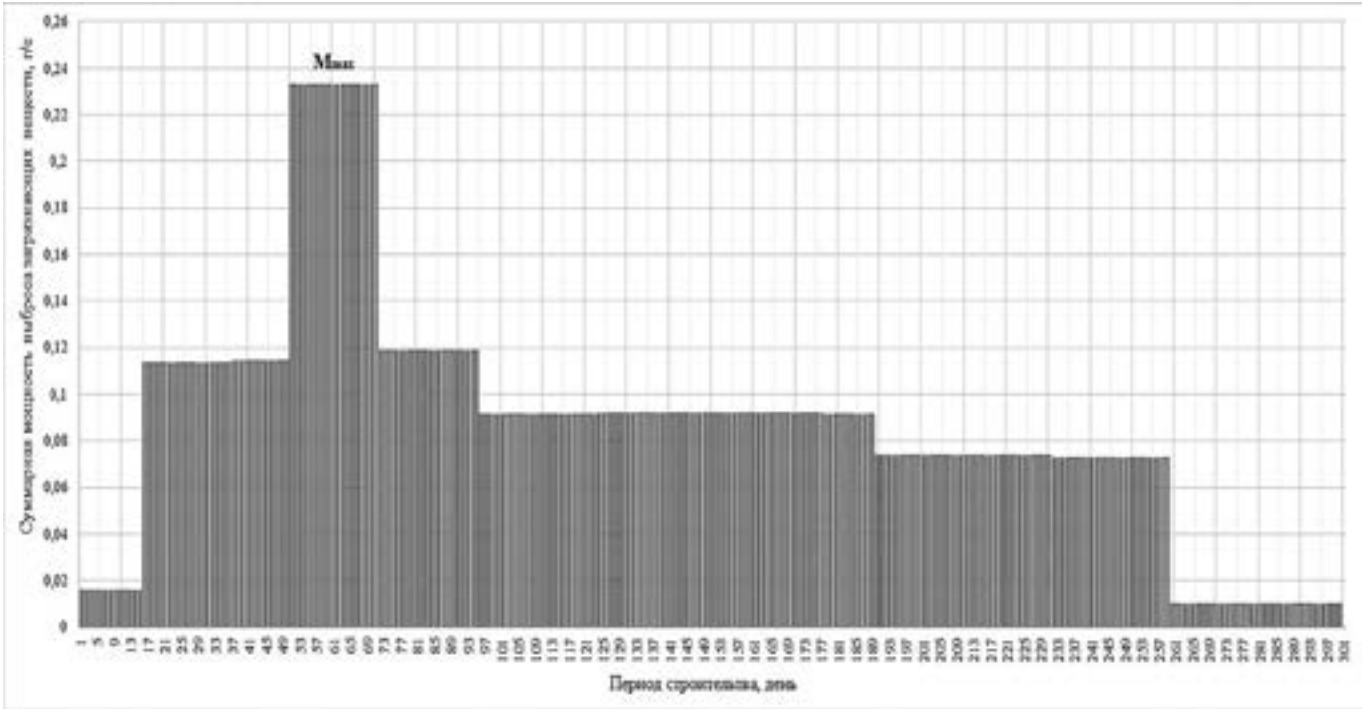


Рис. 3. Изменения величины эмиссии загрязняющих веществ с учетом календарного графика

строительных объектов именно на данных этапах работы с целью обеспечения максимального предотвращения эмиссии в окружающую среду и роста уровня экологической безопасности строительных процессов.

Далее исследования были направлены на установление опасного расстояния для строительных объектов с различными конструктивными особенностями на всех циклах проведения строительных работ. На основании полученных величин максимально разовых концентраций загрязняющих веществ был проведен расчет загрязнения атмосферы в соответствии с методикой МРР-2017 [18], с использованием унифицированной программы расчёта загрязнения атмосферы УПРЗА «ЭКО центр».

В соответствии с вышеуказанной методикой максимальная приземная разовая концентрация загрязняющих веществ C_M , мг/м³ при выбросе ГВС достигается при опасной скорости ветра V_M на расстоянии X_M от источника выброса и определяется по формуле (1):

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K, \tag{1}$$

где A — коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;

M — масса загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферный воздух в единицу времени (мощность выброса), г/с;

F — безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязняющих веществ (газообразных и аэрозолей, включая твердые частицы) в атмосферном воздухе;

n — безразмерный коэффициент, учитывающий условия выброса из устья источника выброса;

η — безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности;

H — высота источника выброса, м;

K — коэффициент, зависящий от скорости ветра и объема выхода ГВС, с/м².

Расстояние X_M от источника выброса, на котором приземная концентрация C загрязняющего вещества при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_M , определяется по формуле (2):

$$X_M = \left[\frac{5-F}{4} \right] \cdot d \cdot H, \tag{2}$$

где d — безразмерный коэффициент, значение которого для холодных выбросов зависит от опасной скорости ветра V_M .

При изучении вопроса влияния конструктивных особенностей и мощностей выбросов на величину опасного расстояния от строительного объекта до точки достижения максимальной концентрации обоснована целесообразность анализа только нулевого этапа строительства, так как концентрации выбросов на других этапах приблизительно в 8 раз меньше, а также ввиду этажности строительного процесса данные выбросы не суммируются.

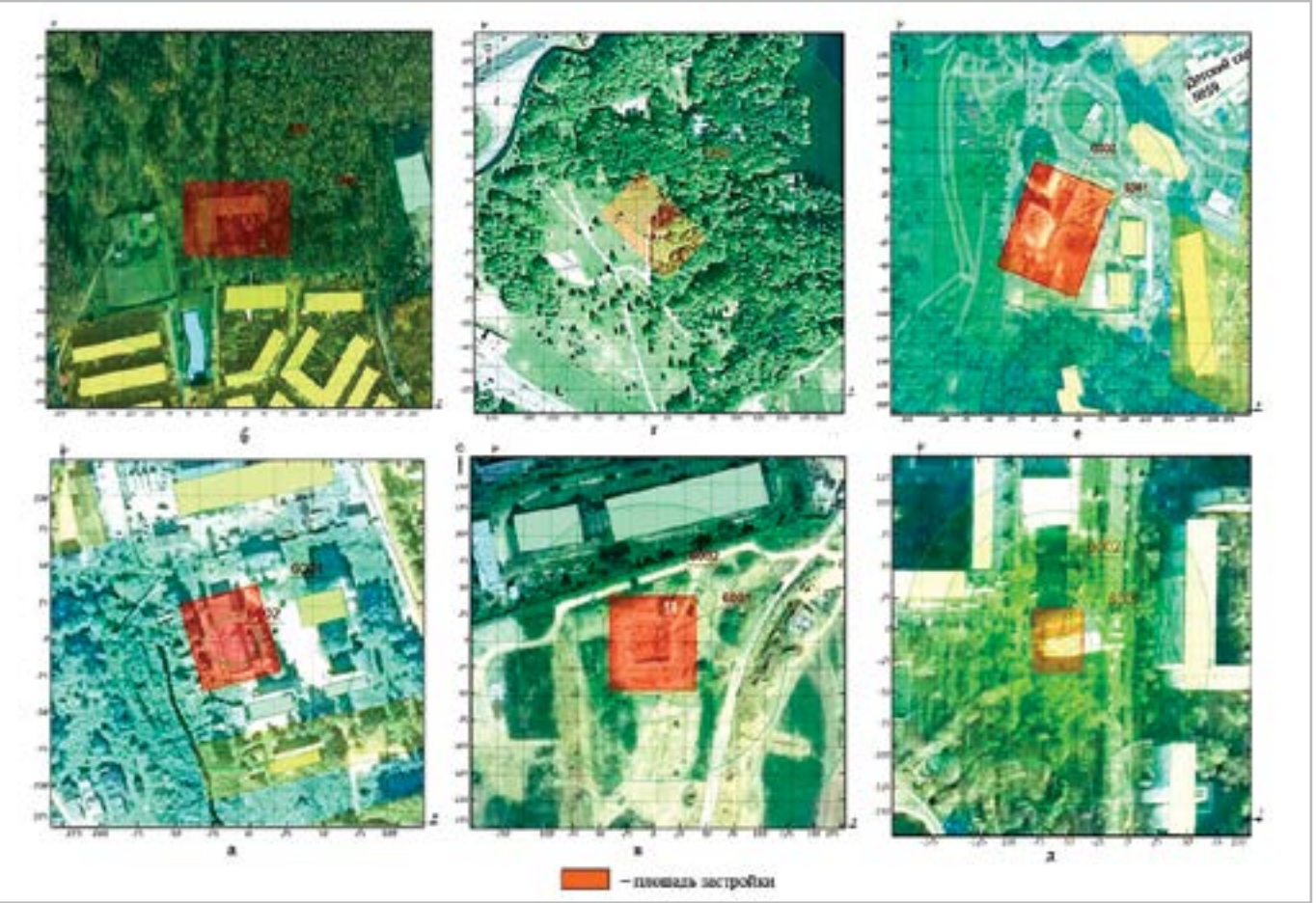


Рис. 4. Изолинии расчётных концентраций по исследуемым строительным площадкам:
а — 6-ти этажное здание; б — 8-ти этажное здание; в — 12-ти этажное здание; г — 15-ти этажное здание;
д — 17-ти этажное здание; е — 25-ти этажное здание

Таблица 2.

Изменение величины опасного расстояния, при выполнении работ нулевого цикла на объектах исследования	
Загрязняющее вещество	Расстояние, на котором достигается максимальная приземная концентрация (X_M), м
Пыль неорганическая	14,25
NO ₂	28,50
NO	28,50
Сажа	28,50
SO ₂	28,50
CO	14,25
Керосин	28,50

Таблица 3.

Изменение величины эмиссии загрязняющих веществ от опасного расстояния, при выполнении работ нулевого цикла на объектах исследования									
Загрязняющее вещество	Значение максимальной концентрации в точке X_M для исследуемых строительных объектов, д.ПДК								
	6-ти	8-ти	9-ти	12-ти	15-ти	17-ти	20-ти	25-ти	26-ти
Пыль неорг.	0,54	1,1	1,0	1,01	1,7	1,24	1,25	1,28	1,70
NO ₂	0,23	0,31	0,26	0,15	0,40	0,19	0,50	0,19	0,17
NO	0,02	0,02	0,02	0,01	0,032	0,02	0,05	0,04	0,02
Сажа	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,05	0,03	0,04	0,04
SO ₂	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
CO	0,11	0,14	0,13	0,18	0,4	0,01	0,34	0,08	0,09
Керосин	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01

В результате проведенного расчета рассеивания с использованием программного продукта УПРЗА «Эко центр» на рисунке 4 приведены полученные карты изолиний приземных концентраций загрязняющих веществ для выборки исследуемых объектов на стадии выполнения работ нулевого цикла. На основании карт рассеивания загрязняющих веществ и расчетных данных, полученных из универсальных зависимостей формул (1, 2), исходя из методики МРР-2017 [18] были получены расчетные величины максимальных расстояний, на которых достигается величина максимальной концентрации для различных групп веществ, список которых представлен в таблице 2.

Даже при условии плотной городской застройки на основании полученных данных, представленных в таблице 2, наименьшее расстояние от строительной площадки до близко расположенных зданий должно быть не менее 14,25 м. Непропорциональность изменения величины

коэффициента X_M объясняется тем, что большая часть рассчитываемых загрязняющих веществ попадает в группу газовых выбросов (безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе $F = 1$).

В таблице 3 представлены полученные результаты изменения величины эмиссии загрязняющих веществ от опасного расстояния, при выполнении работ нулевого цикла на объектах исследования. В соответствии с п. 1 Приложения 1 [19] расчет выбросов по углеводородам, поступающим в атмосферу от дорожной техники, работающей на дизельном топливе, был проведен по керосину (код 2732).

Разрешается размещение источника производственной деятельности при условии, если на границе жилой зоны и на других территориях проживания, полученные значения концентраций загрязняющих веществ не превышают 0,8 ПДК [20].

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

- установлены основные факторы, влияющие на величину воздействия строительного процесса на атмосферный воздух;
- установлено, что характеристика источника «по высоте выброса» меняется в зависимости от этапа строительного производства;
- определены максимально разовые и валовые значения образующихся загрязняющих веществ на разных стадиях строительства с последующей их суммацией;
- установлены математические зависимости изменения суммарного значения валовых выбросов от объема строительства и этажности зданий;
- изучено изменение величины эмиссии загрязняющих веществ с учетом календарного графика выполнения строительных работ, максимальная величина эмиссии поллютантов приходится на промежуток времени с 18 по 40 день, на котором происходит выполнение работ нулевого цикла;
- определены опасные расстояния от источников выбросов, расположенных на строительной площадке, и установлено, что на опасном расстоянии ХМ наблюдается превышение выбросов по загрязняющему веществу — пыль неорганическая, которая образуется на строительной площадке при выполнении земляных работ.

Список литературы

1. Блинов, В. А. Адаптация высотной застройки в структуре современного города [Текст] / В. А. Блинов // Градостроительство: академический вестник. — Екатеринбург, 2010. — С. 18-24.
2. Об охране окружающей среды [Текст]: Закон ДНР от 30.04.2015 г. № 38-ІНС. — 2015. — 68 с.
3. Об охране атмосферного воздуха [Текст]: Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ. — 1999. — 54 с.
4. Башева, Т. С. Изменение эмиссии загрязняющих веществ в зависимости от архитектурно-технических характеристик возводимых зданий [Текст] / Т. С. Башева, А. А. Шейх, // Вестник Донбасской академии строительства и архитектуры. — Макеевка: ДОННАСА. — 2018. — Выпуск 5 (№ 133). — С. 96-101.
5. Ковалев, Д. С. Экологическая оценка жилой среды дореволюционных многоквартирных домов Санкт-Петербурга [Текст] / Д. С. Ковалев // Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства: Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. — Пермь: ПНИПУ, 2019. — Выпуск 1. — С. 79-102.
6. Weisheng, Lu. A framework for understanding waste management studies in construction [Text] / Weisheng Lu, Hongping Yuan // Waste Management, 2011. — v. 31 n. 6. — P. 1252-1260.
7. Башева, Т. С. Влияние параметров возводимых зданий на уровень загрязнения атмосферного воздуха [Текст] /

Т. С. Башева, А. А. Шейх // Инновации в строительстве-2018: материалы международной научно-практической конференции. — Брянск, 2018. — С. 155-161.

8. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [Текст]. — СПб.: НИИ Атмосфера, 2005. — 166 с.
9. Методика расчета выделений загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (на основе удельных показателей) [Текст]. — СПб.: НИИ Атмосфера, 2015. — 37 с.
10. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (на основе удельных показателей) [Текст]. — СПб.: НИИ Атмосфера, 2015. — 32 с.
11. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов (на основе удельных показателей) [Текст]. — СПб.: НИИ Атмосфера, 2015. — 37 с.
12. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом) [Текст]. — М., 1998. — 45 с.
13. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники (расчетным методом) [Текст]. — М., 1998. — 65 с.
14. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для авторемонтных предприятий (расчетным методом) [Текст]. — М., 1998. — 67 с.
15. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов [Текст]. — Новороссийск, 2001. — 28 с.
16. The control of dust and emissions during construction and demolition supplementary planning guidance [Text] / Celeste Giusti, Jane Carlsen, Katie Watson, etc. — Published by Greater London Authority City Hall The Queen's Walk More London, 2014. — P. 113.
17. Гурова, О. С. Основные принципы классификации источников загрязнения воздушной среды городских территорий Южного Федерального Округа [Текст] / О. С. Гурова // Науковедение: Интернет журнал. — М: Изд-во «Науковедение», 2013. — Выпуск № 5. — С. 1-8.
18. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Утв. приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273 [Текст]. — 79 с.
19. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [Текст]. — СПб.: НИИ Атмосфера, 2012. — 224 с.
20. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (с «Изменения 1 к СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03. Новая редакция» утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 10 апреля 2008 г. № 25) [Текст]. — М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2008. — 32 с.

УДК 624.131.1(075.8)

ISSN 2617-1848

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТА ДЛЯ ЧИСЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А. А. Петраков, д.т.н., профессор; Н. А. Петракова, к.т.н., доцент; М. Д. Панасюк

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

Аннотация. Получены расчетные формулы для преобразования прочностных характеристик грунтов, определенных по стандартным методикам, для использования в численных исследованиях, основанных на применении октаэдрической теории прочности. Показано, что прочностные характеристики грунтов, отнесенные к октаэдрическим площадкам, являются инвариантами и не зависят от методов их определения. Доказано, что выбор методов определения стандартных характеристик грунтов не будет оказывать влияния на результаты численных исследований. Продемонстрирована целесообразность использования общей теории прочности, в основе которой лежит уравнение Мизеса-Шлейхера-Боткина, для расчетов оснований, сложенных связными и несвязными грунтами, скальными грунтами, а также для расчета конструкций из бетона, камня и других материалов. Это один из наиболее простых методов учета анизотропных свойств материалов, проявляющихся в виде различного сопротивления сжатию и растяжению.

Ключевые слова: уравнения прочности Кулона-Мора, уравнения прочности Мизеса-Шлейхера-Боткина, октаэдрические площадки.

ВВЕДЕНИЕ

Прочностные характеристики грунта [1] являются коэффициентами в одном из уравнений прочности: — для фиксированной площадки среза

$$\tau = -\sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + c \quad (1)$$

— для октаэдрической площадки

$$\sigma_i = -\sigma_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi_{oct} + c_{oct} \quad (2)$$

Примечание: здесь и далее принято правило знаков для напряжений, используемое в строительной механике.

В формулах (1) и (2) приняты следующие обозначения: τ — предельное сопротивление грунта сдвигу по фиксированной площадке при нормальном напряжении σ ; σ_i — предельная интенсивность напряжений при среднем давлении σ_0 ; φ — угол внутреннего трения; c — удельное сцепление; φ_{oct} и c_{oct} — то же, для октаэдрической площадки.

Прочностные характеристики грунтов определяются, как правило, в лабораторных условиях по стандартным методикам [2]. Для этих целей используются срезные приборы, стабилометры, приборы трехосного сжатия и прессы. Результаты испытаний по различным методикам несколько отличаются в связи с тем, что опыты производятся при различных видах напряженного состояния грунта. Вид напряженного состояния характеризуется значением коэффициента Лодэ-Надаи μ_σ . Можно полагать, что при срезе по фиксированной площадке $\mu_\sigma = 0$ (чистый сдвиг). При испытаниях в стабилометре и на прессе $\mu_\sigma = 1$ (стесненное или одноосное сжатие). При испытаниях в приборе трехосного сжатия с независимым заданием главных напряжений [3] μ_σ может быть произвольным. Следует отметить, что от условий опыта зависят прочностные характеристики, входящие в уравнение Кулона-Мора (1). В технической литературе [4] бытует мнение, что испытания грунта в стабилометре являются более надежными, так как при этом получаются меньшие значения прочностных характеристик, чем при испытаниях в срезном приборе.



Петраков
Александр Александрович



Петракова
Наталья Александровна



Панасюк
Марк Дмитриевич

Целью настоящей работы является наглядно показать, что прочность грунта является его объективным свойством и не может зависеть от условий опыта. Для этого рассматриваются прочностные характеристики грунта, входящие в уравнение Мизеса-Шлейхера-Боткина (2), которые являются инвариантными и не зависят от условий испытаний.

1. Интерпретация расчетных характеристик грунта в зависимости от методик их получения

В современных программных комплексах чаще всего используется уравнение прочности (2). В связи с этим возникает необходимость интерпретации прочностных характеристик грунта, определенных по стандартным методикам и входящих в уравнение прочности (1).

Необходимые графические построения для получения расчетных формул представлены на рисунках 1-3. Методика получения расчетных формул заключается в сопоставлении уравнений прочности (1) и (2) для условий конкретных испытаний. На рисунках: σ_1 – большее главное напряжение; σ_3 – меньшее главное напряжение; σ_2 – среднее главное напряжение.

Срезной прибор (рис. 1)

Исходные данные:

$$\mu_\sigma = 0; \quad \sigma_i = \sqrt{3} \cdot \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}; \quad \sigma_0 = \sigma_2 = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (3)$$

Координаты точки на диаграмме Кулона-Мора:

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)}; \quad \sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (4)$$

Система уравнений (1) и (2) при подстановке в них формул (3) и (4):

$$\begin{cases} \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)} = -\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c \\ \sqrt{3} \cdot \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = -\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{oct}) + c_{oct} \end{cases} \quad (5)$$

Расчетные формулы получаем из решения системы уравнений (5):

$$c_{oct} = \sqrt{3} \cdot \cos(\varphi) \cdot c; \quad (6)$$

$$\operatorname{tg}(\varphi_{oct}) = \sqrt{3} \cdot \cos(\varphi) \cdot \operatorname{tg}(\varphi); \quad \varphi_{oct} = \arctg(\sqrt{3} \cdot \sin(\varphi)) \quad (7)$$

Обратные преобразования:

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{\operatorname{tg}(\varphi_{oct})}{\sqrt{3}}\right); \quad c = \frac{c_{oct}}{\sqrt{3} \cdot \cos(\varphi)} \quad (8)$$

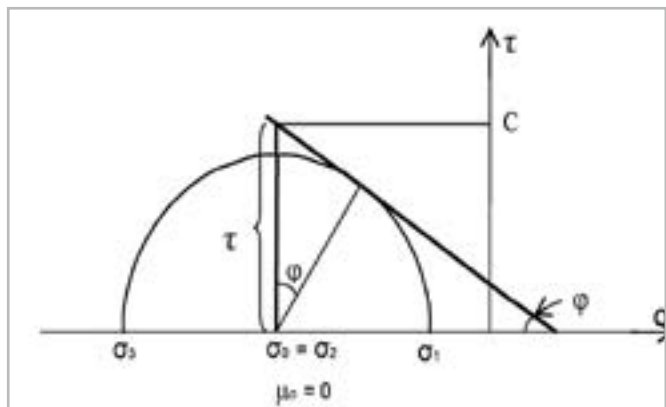


Рис. 1. Диаграмма прочности грунта по данным испытаний в срезном приборе

Стабилометр (рис. 2)

Предполагается, что испытания выполняются при постоянном среднем напряжении σ_0 . Исходные данные:

$$\mu_\sigma = 1; \quad \sigma_i = \sigma_1 - \sigma_3; \quad \sigma_0 = \frac{2 \cdot \sigma_1 + \sigma_3}{3} \quad (9)$$

Координаты точки на диаграмме Кулона-Мора:

$$\tau_0 = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)}; \quad \sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (10)$$

Из условий опыта параметры на рис. 2 определяются по формулам:

$$a = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{3}; \quad b = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{6} \quad (11)$$

Предельное касательное напряжение при среднем давлении будет равно:

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)} - \operatorname{tg}(\varphi) \cdot \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{6} = (\sigma_1 - \sigma_3) \cdot \frac{3 - \sin(\varphi)}{6 \cdot \cos(\varphi)} \quad (12)$$

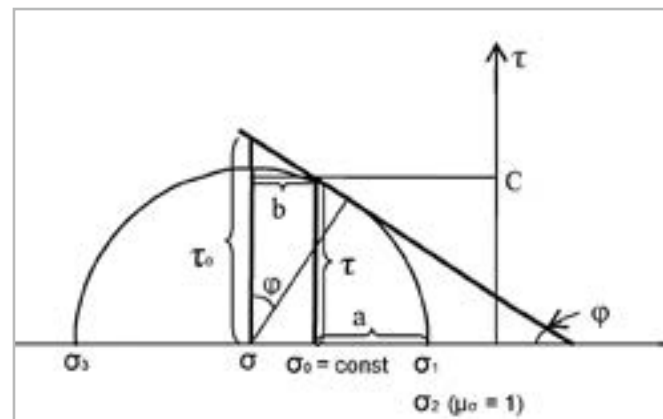


Рис. 2. Диаграмма прочности грунта по данным испытаний в стабилометре при постоянном среднем давлении $\sigma_0 = \text{const}$

Уравнения (1) и (2) с учетом подстановок по формулам (12) и (9) запишутся в следующем виде:

$$\begin{cases} (\sigma_1 - \sigma_3) \cdot \frac{3 - \sin(\varphi)}{6 \cdot \cos(\varphi)} = -\sigma_0 \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c \\ (\sigma_1 - \sigma_3) = -\sigma_0 \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{oct}) + c_{oct} \end{cases} \quad (13)$$

Из решения системы уравнений (13) получаем формулы для пересчета характеристик грунта, определенных в стабилометре, к инвариантным характеристикам, отнесенным к октаэдрической площадке:

$$c_{oct} = \frac{6 \cdot \cos(\varphi)}{3 - \sin(\varphi)} \cdot c; \quad \varphi_{oct} = \arctg\left(\frac{6 \cdot \cos(\varphi)}{3 - \sin(\varphi)} \cdot \operatorname{tg}(\varphi)\right) \quad (14)$$

Обратные преобразования:

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{3 \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{oct})}{6 + \operatorname{tg}(\varphi_{oct})}\right); \quad c = c_{oct} \cdot \frac{3 - \sin(\varphi)}{6 \cdot \cos(\varphi)} \quad (15)$$

Пресс (рис. 3)

Предполагается, что результаты испытания скального грунта оформлены в виде диаграммы прочности (рис. 3), параметрами которой являются коэффициенты в уравнении (1). Диаграмма прочности представлена в виде кусочно-линейного графика, учитывающего анизотропные свойства материала.

Исходные данные (в области сжатия):

$$\mu_\sigma = 1; \quad \sigma_i = -\sigma_3; \quad \sigma_0 = \frac{\sigma_3}{3}; \quad \sigma_1 = \sigma_2 = 0. \quad (16)$$

Координаты точки на диаграмме Кулона-Мора:

$$\tau = -\frac{\sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)}; \quad \sigma = \frac{\sigma_3}{2} \quad (17)$$

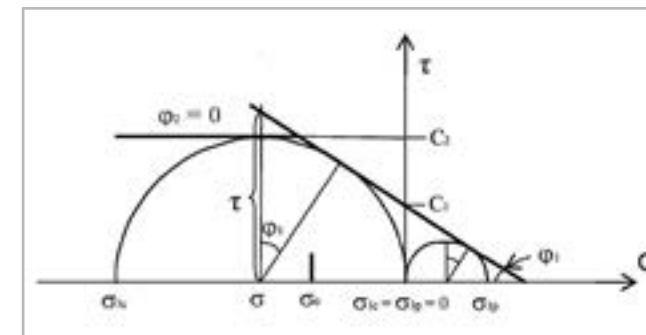


Рис. 3. Диаграмма прочности анизотропного материала при одноосном сжатии-растяжении

Уравнения (1) и (2) с учетом подстановок по формулам (17) и (16) запишутся в виде:

$$\begin{cases} -\frac{\sigma_3}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi)} = -\frac{\sigma_3}{2} \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c; \\ -\sigma_3 = -\frac{\sigma_3}{3} \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{oct}) + c_{oct} \end{cases} \quad (18)$$

Расчетные формулы получаем из решения системы уравнений (18):

$$c_{oct} = 2 \cdot c \cdot \cos(\varphi); \quad \varphi_{oct} = \arctg(3 \cdot \sin(\varphi)). \quad (19)$$

Обратные преобразования:

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{\operatorname{tg}(\varphi_{oct})}{3}\right); \quad c = \frac{c_{oct}}{2 \cdot \cos(\varphi)} \quad (20)$$

Испытание скальных грунтов на сжатие-растяжение. Определение параметров прочности как коэффициентов в уравнении (1)

Результаты испытания скального грунта на сжатие-растяжение представлены на рис. 4. На этом рисунке приняты обозначения: f_{cd} – расчетное сопротивление одноосному сжатию; f_{ctd} – расчетное сопротивление одноосному растяжению.

Диаграмма прочности (рис. 4) представлена в виде кусочно-линейного графика, учитывающего анизотропные свойства материала. Определению подлежат две пары параметров: c_1, c_2 и φ_1, φ_2 .

Расчетные формулы получены на основании элементарных геометрических представлений с использованием чертежа (рис. 4):

$$\sin(\varphi_1) = \frac{f_d + f_{ctd}}{f_d - f_{ctd}}; \quad C_1 = \frac{f_{ctd}}{2} \cdot \frac{1 + \sin(\varphi_1)}{\cos(\varphi_1)}; \quad (21)$$

$$\varphi_2 = 0; \quad C_2 = -\frac{f_d}{2}.$$

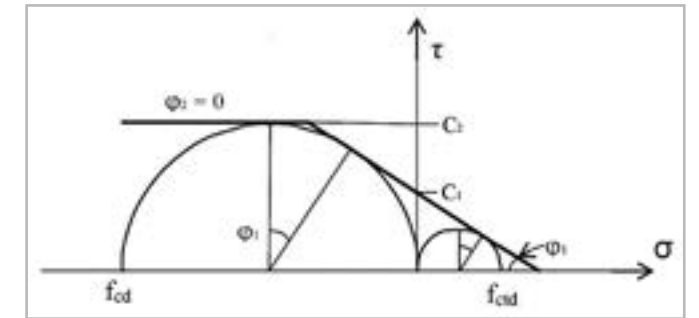


Рис. 4. Диаграмма прочности при испытании бетона на сжатие-растяжение для определения параметров прочности в уравнении Кулона-Мора

Прочностные характеристики по формуле (21) приводятся к октаэдрическим характеристикам с использованием формул (19). Кроме этого, прочностные характеристики для октаэдрической площадки могут быть вычислены непосредственно по графикам на рис. 4:

$$\varphi_{oct} = \arctg\left(3 \cdot \frac{f_{cd} + f_{ctd}}{f_{cd} - f_{ctd}}\right); \quad c_{oct} = -f_{cd} \cdot \left(1 - \frac{\operatorname{tg}(\varphi_{oct})}{3}\right) \quad (22)$$

Примечание: в формуле (22) принято правило знаков для напряжений в соответствии с рис. 4.

2. Аprobация расчетных формул

В приводимых расчетах используется правило знаков для напряжений, принятое в механике грунтов. Последнее сделано для адаптации с расчетными формулами стандарта [2].

Срезной прибор или прибор трехосного сжатия с независимым заданием главных напряжений [3]

Исходными данными (таблица 1) являются главные напряжения, соответствующие моменту разрушения грунта при двух значениях средних напряжений (точки (1) и (2) на оси средних напряжений).

Таблица 1.

Результаты испытания грунта в приборе трехосного сжатия

$\sigma_1(1)$	$\sigma_2(1)$	$\sigma_3(1)$	$\sigma_1(2)$	$\sigma_2(2)$	$\sigma_3(2)$
439,8	300,0	159,6	851,8	600,0	347,0

Коэффициент вида напряженного состояния определяется по формуле [1]:

$$\mu_\sigma = -\frac{2 \cdot \sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3}. \quad (23)$$

В соответствии с данными таблицы 1 $\mu_\sigma = 0$. Вычисляем интенсивности напряжений и средние давления в точках (1) и (2) по формулам (3). По результатам этих вычислений определяем прочностные характеристики грунта для октаэдрической площадки, используя для этого уравнение (2).

$$\sigma_{i(1)} = 242,66; \quad \sigma_{i(2)} = 437,17; \quad \sigma_{0(1)} = 299,7; \quad \sigma_{0(2)} = 599,4$$

$$\operatorname{tg}(\varphi_{oct}) = \frac{\Delta \sigma_i}{\Delta \sigma_0} = 0,649; \quad \varphi_{oct} = 32,98^\circ; \quad c_{oct} = 48,15.$$

Определяем прочностные характеристики грунта, входящие в уравнение (1), используя для этого методику стандарта [2].

Формула 5.5: $N = 2,1985$; Формула 5.6: $M = 88,9185$;
Формула 5.16: $tg(\varphi) = 0,40415$; $\varphi = 22,01^\circ$;
Формула 5.17: $c = 29,98$

Этот же результат можно получить подстановкой исходных данных в формулы (4).
Определенные по стандарту [2] прочностные характеристики грунта пересчитываем для октаэдрической площадки с использованием формул (6) и (7). Результаты проведенного анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты апробации формул (6) и (7)

По данным испытаний				По формулам (6) и (7)	
c	φ	c_{oct}	φ_{oct}	c_{oct}	φ_{oct}
29,98	22,01	48,15	32,98	48,14	32,99

Данные таблицы 2 подтверждают корректность формул (6) и (7).

Стабилометр

Исходными данными (таблица 3) являются главные напряжения, соответствующие моменту разрушения грунта при двух значениях средних напряжений (точки (1) и (2) на оси средних напряжений).

Таблица 3.

Результаты испытания грунта в стабилометре

$\sigma_1(1)$	$\sigma_2(1)$	$\sigma_3(1)$	$\sigma_1(2)$	$\sigma_2(2)$	$\sigma_3(2)$
461,5	218,8	218,8	890,8	453,7	453,7

(23) равен 1. Вычисляем интенсивности напряжений и средние давления в точках (1) и (2) по формулам (9). По результатам этих вычислений определяем прочностные характеристики грунта для октаэдрической площадки, используя для этого уравнение (2).

$\sigma_{i(1)} = 242,7$; $\sigma_{i(2)} = 437,1$; $\sigma_{0(1)} = 299,7$; $\sigma_{0(2)} = 599,4$;
 $tg(\varphi_{oct}) = \frac{\Delta\sigma_i}{\Delta\sigma_0} = 0,6486$; $\varphi_{oct} = 32,97^\circ$; $c_{oct} = 48,3$.

Определяем прочностные характеристики грунта, входящие в уравнение (1), используя для этого методику стандарта [2].

Формула 5.5: $N = 1,8276$; Формула 5.6: $M = 61,6241$;
Формула 5.16: $tg(\varphi) = 0,3061$; $\varphi = 17,02^\circ$; Формула 5.17: $c = 22,79$

Определенные по стандарту [2] прочностные характеристики грунта пересчитываем для октаэдрической площадки с использованием формул (14). Результаты проведенного анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты апробации формулы (14)

По данным испытаний				По формулам (14)	
c	φ	c_{oct}	φ_{oct}	c_{oct}	φ_{oct}
22,79	17,02	48,3	32,97	48,3	32,97

Данные таблицы 4 подтверждают корректность формул (14). Сопоставление данных таблиц 2 и 4 свидетельствует о том, что испытаниям подвергался один и тот же грунт в разных условиях. При этом прочностные характеристики, входящие в уравнение (1), существенно зависят от вида напряженного состояния в опытах. Прочностные характеристики, входящие в уравнение (2), не зависят от вида напряженного состояния в опытах и являются инвариантами.

Пресс. Испытания на одноосное сжатие-растяжение

Поскольку природные и искусственные камни обладают одинаковыми свойствами, рассмотрен пример испытания образцов бетона на одноосное сжатие и растяжение. Исходными данными являются:

- расчетное сопротивление бетона сжатию $f_{cd} = 14800$ кПа;
- расчетное сопротивление бетона осевому растяжению $f_{ctd} = 1070$ кПа.

Прочностные характеристики материала, входящие в формулу (1), вычислены по формулам (21). Прочностные характеристики материала, входящие в формулу (2), вычислены по формулам (22). Пересчет характеристик выполнен по формулам (19). Результаты расчетов представлены в таблице 5 для первой ветви диаграммы прочности и в таблице 6 для второй ветви этой диаграммы.

Таблица 5.

Первая ветвь диаграммы прочности (наклонный график, рис. 4)

По данным испытаний				По формулам (19)	
c	φ	c_{oct}	φ_{oct}	c_{oct}	φ_{oct}
1989,7	59,9	1995,6	68,93	1995,7	68,93

Таблица 6.

Вторая ветвь диаграммы прочности (параллельный график, рис. 4)

По данным испытаний				По формулам (19)	
c	φ	c_{oct}	φ_{oct}	c_{oct}	φ_{oct}
7400,0	0	14800,0	0	14800,0	0

Данные таблиц 5 и 6 подтверждают корректность формул (19). Таким образом, с помощью билинейной диаграммы прочности предоставляется возможность достаточно надежно прогнозировать прочность скального грунта при произвольных напряженных состояниях. При этом, как и в предыдущих случаях, прочностные характеристики скального грунта, отнесенные к октаэдрической площадке, являются инвариантами.

ВЫВОДЫ

1. Прочностные характеристики грунта, которые являются коэффициентами в уравнении прочности Кулона-Мора, существенно зависят от условий опытов, в которых они определяются. В численных исследованиях оснований рекомендуется использовать инвариантные характеристики, которые являются коэффициентами в уравнении прочности Мизеса-Шлейхера-Боткина.
2. Переход от стандартных прочностных характеристик грунта, приводимых в отчетах об инженерно-геологических изысканиях на площадке строительства, к их инвариантным значениям может выполняться по простым

формулам, предложенным в настоящей работе. При этом методы определения стандартных характеристик не будут оказывать влияния на результаты численных исследований.

3. Целесообразно использовать общую теорию прочности, в основе которой лежит уравнение Мизеса-Шлейхера-Боткина, для расчетов оснований, сложенных связными и несвязными грунтами, скальными грунтами, а также для расчета конструкций из бетона, камня и других материалов. По-видимому, это один из наиболее простых методов учета анизотропных свойств материалов, проявляющихся в виде различного сопротивления сжатию и растяжению.

Список литературы

1. Справочник по механике и динамике грунтов / В. Б. Швеи, Л. К. Гинзбург, В. М. Гольдштейн и др.: Под ред. В. Б. Швеца. – К. : Будівельник, 1987. – 232 с.
2. ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
3. Петраков, А. А., Латыш, И. Ю. Прибор для исследования грунтов в условиях трехосного сжатия / Вісник ДонНАБА «Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва», вип. 2006-6(62). – Мажіівка: ДонНАБА. – 2006. – с. 73 – 78.
4. Amšiejus, J.; Dirgėlienė, N. Probabilistic assessment of soil shear strength parameters using triaxial test result. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, 2007, Vol. 2, No 3, p. 125 – 131.

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ В ANYLOGIC (НА ПРИМЕРЕ г. ДОНЕЦКА)

А. В. Михайлов, к. т. н., доцент

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

Аннотация. В данной статье рассматривается применение программного продукта AnyLogic для имитационного моделирования в сфере оптимизации транспортных потоков на улично-дорожной сети города Донецка. Рассмотрена роль и области применения имитационного моделирования на разных уровнях абстракции. Был произведен анализ одного из проблемных перекрестков в г. Донецке на пересечении бульвара Шевченко и бульвара Шахтостроителей. Выделен ряд недостатков на рассматриваемом перекрестке. Приведены результаты натурных обследований интенсивности и структуры транспортных потоков, проходящих через перекресток, и режимы существующего светофорного регулирования. Предложены мероприятия по реконструкции рассматриваемого транспортного узла. Рекомендован вариант с уменьшенными данными тактов для светофорного регулирования. Представлены результаты имитационного моделирования в AnyLogic для разных предлагаемых вариантов по оптимизации. Сделан сравнительный анализ полученных результатов.

Ключевые слова: AnyLogic, интенсивность, имитационное моделирование, транспортный поток, улично-дорожная сеть.



Михайлов
Александр Владимирович

Современное общество нуждается в постоянном увеличении объема транспортного сообщения, повышении его надежности, безопасности и качества. Это требует увеличения затрат на улучшение инфраструктуры транспортной сети, превращения ее в гибкую, высокоуправляемую логистическую систему. При этом риск инвестиций значительно возрастает, если не увеличивать закономерности развития транспортной сети, распределение загрузки ее участков. Игнорирование этих закономерностей приводит к частому образованию транспортных пробок, перегрузок отдельных линий и узлов сети, повышению уровня аварийности, экологическому ущербу.

Для поиска оптимальных решений и эффективных стратегий управления транспортными потоками в крупных городах и мегаполисах на стадии проектирования улично-дорожной сети и организации дорожного движения необходимо учитывать широкий спектр характеристик транспортного потока, закономерности влияния внешних и внутренних факторов на динамические характеристики смешанного транспортного потока.

Для управления дорожным движением на транспортной сети городов повсеместно используются системы управления, алгоритмы, работы которых основаны на моделях транспортных потоков. Требования к точности и сложности моделей чрезвычайно велики. Достаточно сказать, что на простейшем перекрестке может быть 12 направлений движения транспортных средств. Для участка улично-дорожной сети с 10 такими пересечениями речь идет уже о 120 направлениях и необходима минимизация задержек по каждому из этих направлений при условии, что интенсивность движения постоянно изменяется во времени и в пространстве.

Одним из возможных приемов для эффективного управления транспортными потоками, а также совершенствования организации дорожного движения в крупных городах является применение имитационного моделирования.

Целью моделирования является принятие адекватных управленческих решений. Можно также сказать, что **имитационное моделирование** — это построение компьютерных моделей и проведение экспериментов над ними [1, 2].

Имитационное моделирование доказало свою успешность во многих областях применения. Появление новых методов моделирования и рост вычислительной мощности компьютеров позволяет утверждать, что количество этих областей будет только расти. Поэтому знание концепций и методов моделирования, принципов построения моделей, и выбора средств их реализации, используя при этом современные программные продукты, являются на сегодняшний день необходимыми для поддержки принятия решений руководителем, инженером, менеджером, бизнес-аналитиком и др. На рис. 1 приведены области применения имитационного моделирования [3].

Из рис. 1 видно, что распределение областей применения имитационного моделирования соответственно используемым в моделях уровням абстракции.

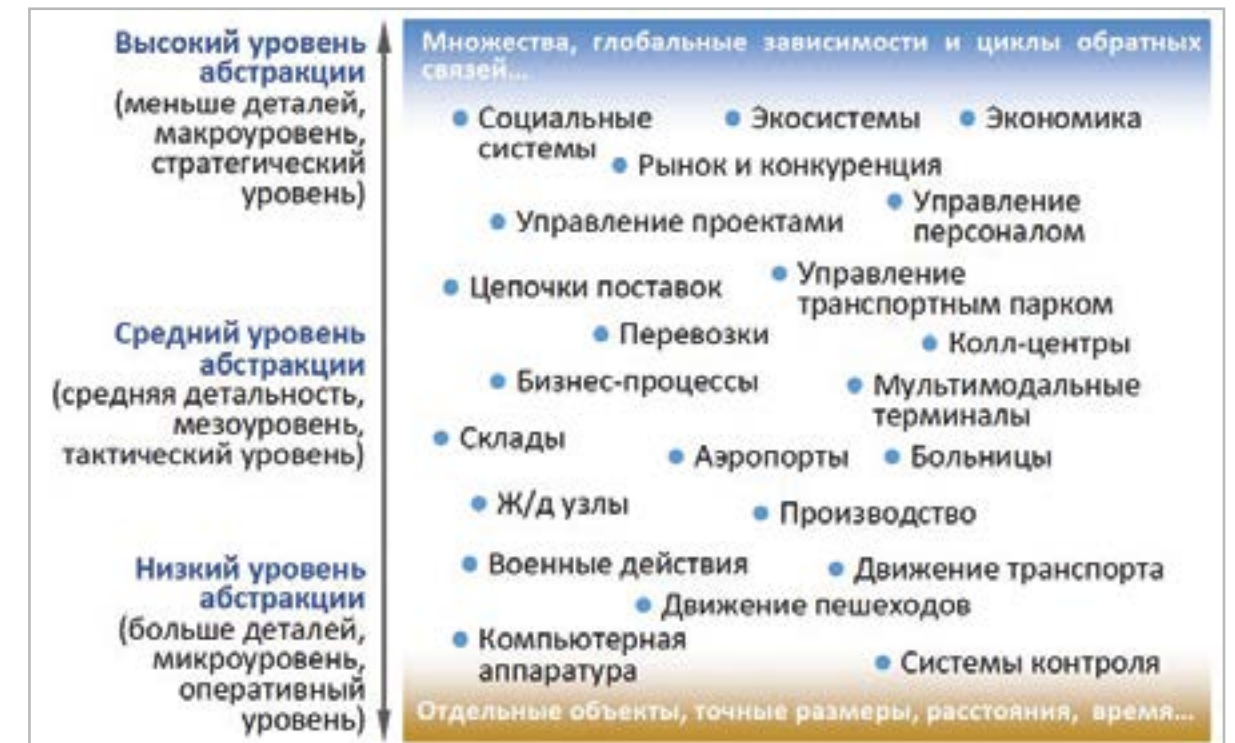


Рис. 1. Области применения имитационного моделирования [3]

Современные программные среды, такие как VBA, Delphi, AnyLogic, Arena, Simula, ARIS-simulation, универсальная имитационная система Simplex 3, инструментальные среды BPWin, ARIS toolset позволяют создавать экранные формы, понятные любому пользователю, показать многофакторный анализ не только в числовой форме, а также графически интерпретировать влияние различных факторов в разрабатываемых моделях на состояние моделируемой системы [1].

Следует отметить, что, несмотря на большое количество различных пакетов прикладных программ по моделированию транспортных потоков, которыми активно пользуются специалисты в области организации дорожного движения, одним из наиболее популярных и конкурентоспособных программных продуктов по моделированию является программа AnyLogic. Выбрав этот программный продукт как основной, было предложено сделать анализ и произвести оптимизацию на микроуровне одного из проблемных участков на улично-дорожной сети г. Донецка. К микромоделям транспортных потоков относятся модели, описывающие транспортный поток на уровне отдельных автомобилей или их небольших групп. Имитационное моделирование на микроуровне позволяет максимально точно оценить результирующие показатели качества работы сети, такие как уровень задержек, средняя скорость, число остановок, уровень загрузки и т.д.

Автомобильный транспорт как один из самых распространенных, мобильных видов транспорта в г. Донецке требует наличия развитой сети автомобильных дорог с комплексом различных инженерных сооружений на них. Основными транспортными артериями города являются ул. Артема, Киевский пр-т, ул. Университетская, пр-т Ильича, пр-т Мира, бульвар Шевченко, Ленинский пр-т, ул. Петровского [4]. Согласно информации Министерства внутренних дел ДНР [5] одним из узлов концентрации ДТП является перекресток на пересечении бульвара Шевченко и бульвара Шахтостроителей.

Данный перекресток расположен рядом с рынком, который является местом притяжения людей, как на общественном, так и на легковом транспорте.

Рассматриваемый перекресток имеет множество изъянов, которые приводят к увеличению времени передвижения населения.

Можно привести ряд недостатков на рассматриваемом перекрестке, такие как:

- нарушение правил парковки возле рынка (рис. 2);
 - отсутствие карманов в зоне остановок общественного транспорта (рис. 3);
 - неэффективная система светофорного регулирования.
- Анализ рис. 2 и 3 показывает, что необходим тщательный анализ рассматриваемого перекрестка для улучшения на нем дорожных условий.
- Если учесть выше перечисленные недостатки, то улучшение ситуации на данном перекрестке приведет к:
- сокращению времени на перевозки грузов и пассажиров (за счет увеличения скорости движения);
 - снижению стоимости перевозок (за счет сокращения расхода горюче-смазочных материалов (далее ГСМ), снижения износа транспортных средств из-за неудовлетворительного качества дорог, повышения производительности труда);
 - повышению транспортной доступности;
 - сокращению числа дорожно-транспортных происшествий;
 - улучшению экологической ситуации (за счет роста скорости движения, уменьшения расхода ГСМ).

Таким образом, сложность и разносторонность задач улучшения качества состояния дорожной сети за счет повышения пропускной способности улично-дорожной сети и узлов обуславливают необходимость решения данных проблем с помощью имитационного моделирования, а мероприятия по реконструкции УДС требуют изучения фактических характеристик движения [6]:



Рис. 2. Нарушение правил парковки возле рынка в Калининском районе по бульвару Шевченко



Рис. 3. Отсутствие карманов в зоне остановок общественного транспорта на бульваре Шевченко (а) и бульваре Шахтостроителей (б)

- 1) интенсивности и структуры транспортных потоков;
- 2) интенсивности пешеходного движения;
- 3) скоростей движения транспорта;
- 4) задержек транспортных средств перед светофорами;
- 5) потоков насыщения.

Все эти характеристики транспортных и пешеходных потоков определяются методами натурных обследований.

Основная и наиболее трудная задача обследования перекрестка состоит в учете интенсивности и состава транспортных потоков и распределении их по направлениям следования.

Натурные обследования интенсивности и структуры транспортных потоков на перекрестке пересечения бульвара Шевченко и бульвара Шахтостроителей проводилось визуальным методом с помощью учетчиков. Исследование

проводилось в будний день с 7.30 до 8.30 часов утра. Данное время было выбрано в связи с предположительным максимальным количеством транспортных средств на этом пересечении.

По результатам проведенных обследований на перекрестке транспортных и пешеходных потоков по соответствующим направлениям была построена наглядная картограмма (рис. 4), которая позволяет визуально оценить загруженность улично-дорожной сети.

Из рис. 4 видно, что перекресток имеет 12 транспортных и 4 пешеходных потока. Также можно сказать, что наиболее нагруженным является направление по бульвару Шевченко (882 авт./ч). Можно наблюдать, что и разделение этого потока на составляющие является также существенным по сравнению с другими направлениями.

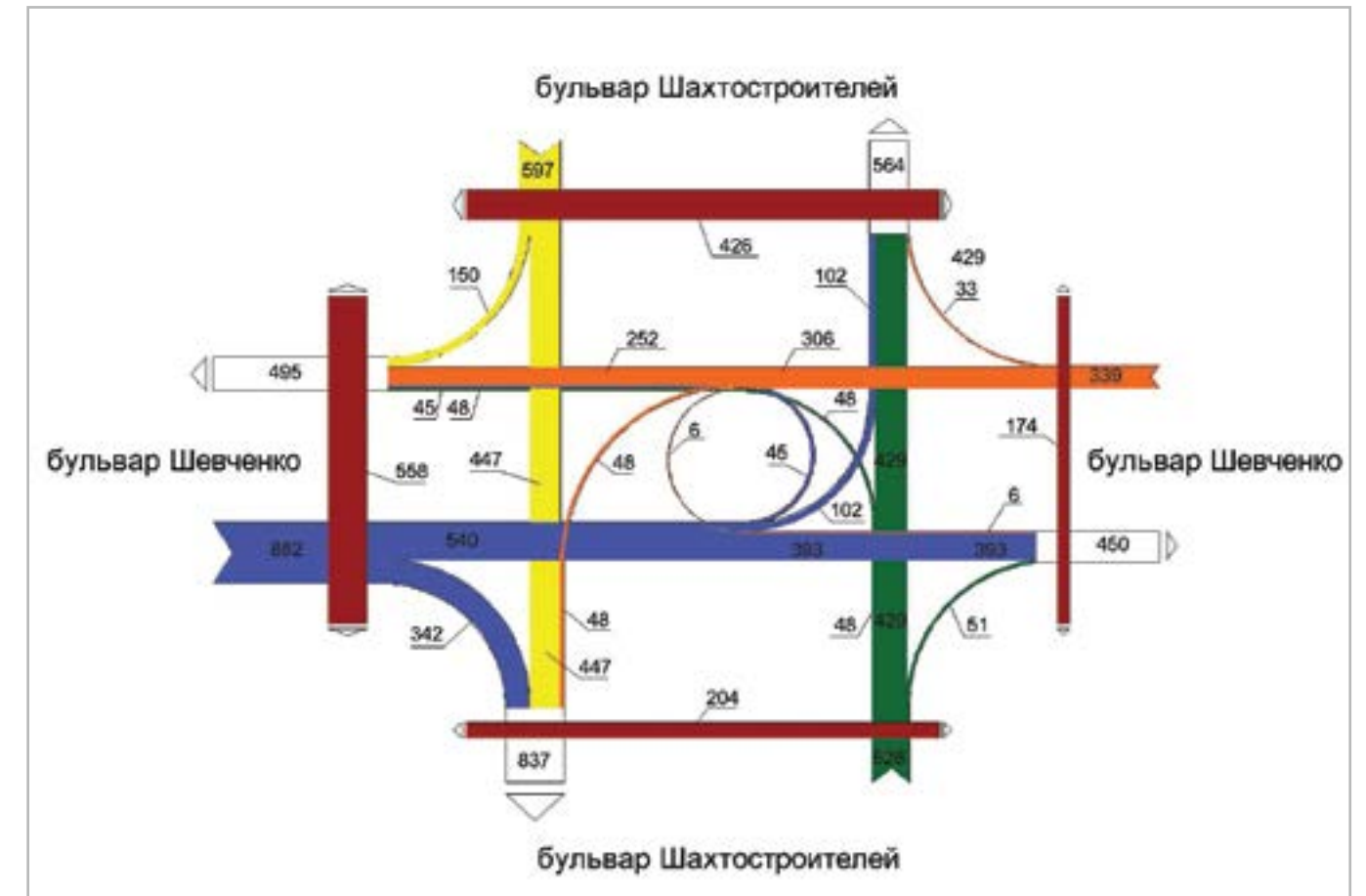


Рис. 4. Картограмма интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков

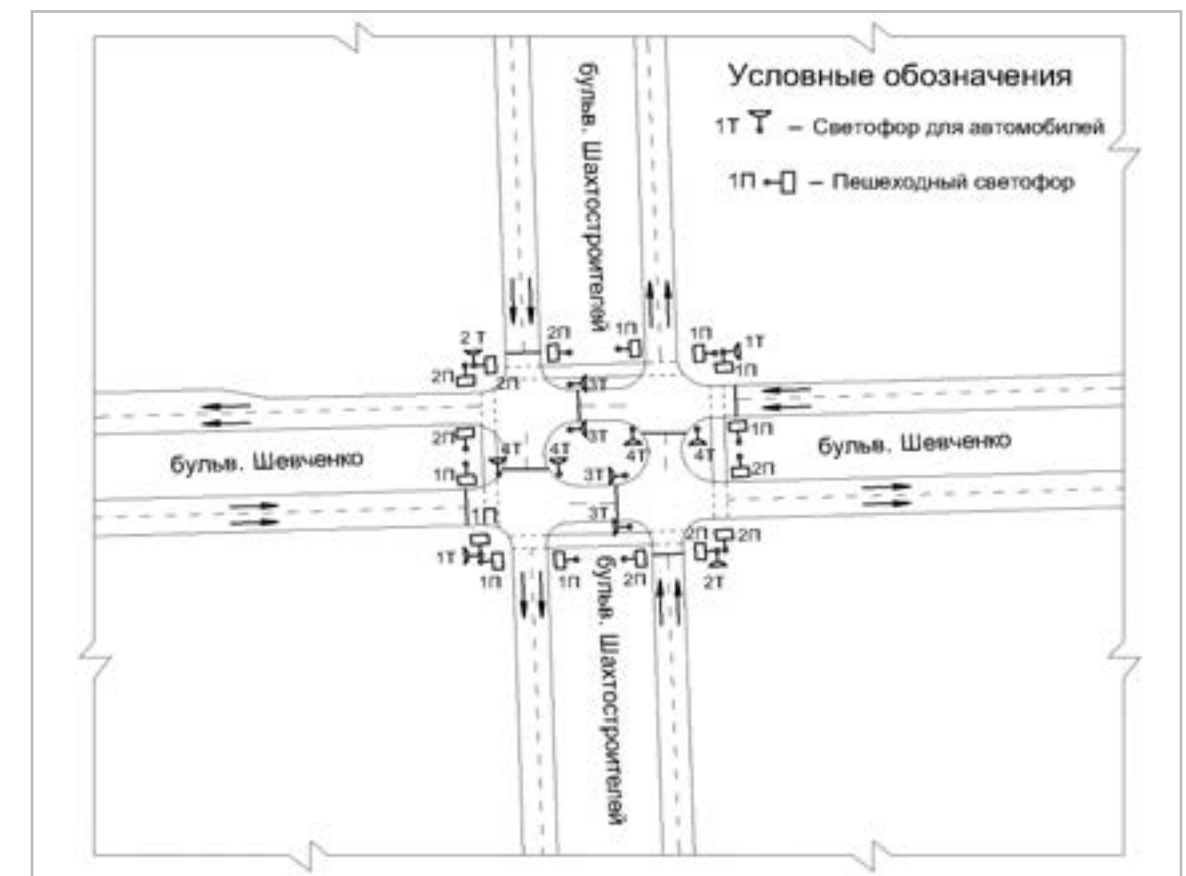


Рис. 5. Схема светофорного регулирования перекрестка

Таблица 1.

Существующие параметры длительности тактов по светофорам

Номер светофора	Тип светофора	График включения сигналов	Длительность тактов, сек				
			t_1	$t_ж$	$t_к$	$t_ж$	Всего
1	Т		32	4	34	4	74
2	Т		22	4	44	4	74
3	Т		38	4	28	4	74
4	Т		28	4	38	4	74
1П	П		34		40		74
2П	П		44		30		74



Рис. 6. Имитационная 3d модель рассматриваемого перекрестка в AnyLogic

После того как были сделаны замеры интенсивности транспортных и пешеходных потоков, автором был произведен замер длительности цикла и основных тактов светофорного регулирования с помощью секундомера. Место проведения обследований – сечение стоп-линии на рассматриваемом перекрестке. На рис. 5 изображена схема светофорного регулирования перекрестка.

Согласно визуальному осмотру и полученной схеме (рис. 5) автор получил соответствующие данные по длительности цикла и основным тактам светофорного регулирования (таблица 1).

Для выполнения задачи было решено разработать имитационную модель дорожного движения всех видов транспорта, которые присутствуют на данном перекрестке, с разными габаритами и логикой движения, в программном продукте AnyLogic и протестировать с помощью модели рабочие сценарии (рис. 6).

После всех построений был произведен сбор статистических данных. После прокручивания ситуации в течение 1-го часа автором была получена статистика о времени проезда транспортных средств через перекресток (рис. 7)

По полученным данным видно, что среднее время проезда транспортного средства через существующий перекресток составило – **80,313 сек.**

Автором было предложено провести изменение параметров светофорного регулирования длительности тактов по направлению бульвара Шахтостроителей, т.к. по этому направлению в сторону Калининского рынка движется большой поток городского транспорта, а также междугородний общественный транспорт, проходящий через этот узел, с конечным пунктом назначения на Крытом рынке. Предлагается уменьшить на 4 секунды зеленый и красный такты на первом типе светофора по бульвару Шевченко, а такты на втором типе светофора по бульвару

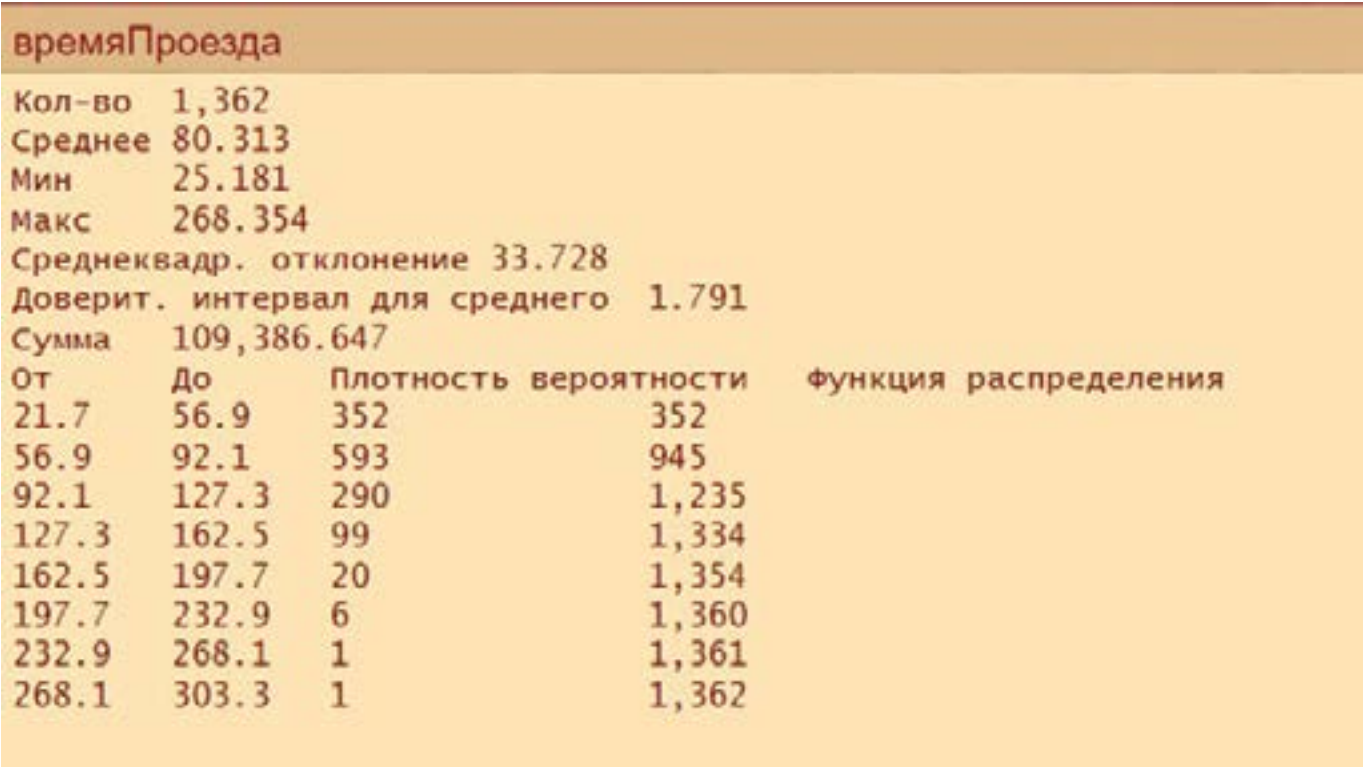


Рис. 7. Статистика времени проезда транспортных средств через перекресток с исходными данными

Шахтостроителей сделать аналогично первому. Третий и четвертый смещены на 3 секунды относительно первого и второго светофора. Так же был уменьшен желтый такт с 4-х секунд до 3-х.

В результате было получено среднее время проезда транспортного средства через перекресток с измененными параметрами светофора, которое составило – **75,228 сек.**

По этим данным можно сказать, что небольшое изменение параметров светофоров приводит к улучшению обстановки и сокращению времени прохождения

транспортных средств через рассматриваемый перекресток на 6,33%.

Увеличение численности транспортных средств на рассматриваемом перекрестке однозначно будет приводить к заторам и увеличению количества дорожно-транспортных происшествий.

С этой целью автором предлагается провести реконструкцию рассматриваемого перекрестка с целью улучшения его пропускной способности. Предлагается осуществить ряд мероприятий:



Рис. 8. Размещение 2-х карманов на бульваре Шахтостроителей



Рис. 9. Уширение проезжей части на 1 полосу до перекрестка



Рис. 10. Уширение проезжей части на 1 полосу по всему периметру перекрестка

- добавить 2 кармана для общественного транспорта на бульваре Шахтостроителей (рис. 8).
- сделать уширение проезжей части на 1 полосу на подъездах к перекрестку с 3-х направлений. Также предлагается сделать уширение на 1 полосу по бульвару Шевченко со стороны рынка, чтоб улучшить ситуацию с выездом машин с парковки рынка (рис. 9).
- сделать уширение проезжей части на 1 полосу по периметру перекрестка (рис. 10). После запуска модели и проигрывания ее в течение часа получаем статистику

времени проезда через перекресток после реконструкции с существующими параметрами циклов и тактов светофоров. В результате среднее время проезда транспортного средства через перекресток составило 75,829 сек., что уже на 4,484 сек. меньше значений перекрестка до реконструкции.

Далее предлагается взять новые параметры светофора, которые были приняты, и применить их к рассматриваемому перекрестку после условной реконструкции. Сравнение результатов по среднему времени прохождения

Таблица 2.

Сравнение показателей перекрестка до реконструкции с исходными данными и после реконструкции улично-дорожной сети с изменением параметров светофоров

№ варианта после реконструкции	Среднее время, сек.	Оптимизация перекрестка, %
1 вариант (без реконструкции и без изменения параметров светофоров)	80,313	19,68 %
2 вариант (после реконструкции и с изменениями параметров светофоров)	64,505	

транспортных средств через перекресток после реконструкции улично-дорожной сети до изменений параметров светофорного регулирования и после показало уменьшение времени прохождения на 14,93%.

Автором также было предложено сравнить результаты по среднему времени прохождения транспортных средств через перекресток до реконструкции с исходными данными и после реконструкции улично-дорожной сети с изменением параметров светофоров (таблица 2).

В результате полученных данных из таблицы 2 видно, что предложенные мероприятия по оптимизации уменьшили время прохождения перекрестка на 19,68%.

Подводя итог, можно сказать, что если использовать компьютерный программный продукт AnyLogic для построения моделей на микроуровне не учебной версии, а полной, с помощью которой возможно было бы провести подбор параметров светофоров, с помощью автоматического подбора наилучших результатов, то полученные результаты получились бы намного выше. Также можно отметить, что и полученные результаты говорят о необходимости проведения реконструкции рассматриваемого перекрестка на проектную перспективу, с целью улучшения пропускной способности и сокращения времени передвижения населения.

Можно сказать, что полученные имитационные модели в компьютерном программном продукте AnyLogic позволили:

- проанализировать сложную систему перекрестка и найти решения по улучшению существующей ситуации,
- отследить все объекты системы, учтенные в выбранном уровне абстракции, с добавлением соответствующей метрики и сбором статистических данных;
- проигрывать модели во времени и анимировать их поведение.

Список литературы

1. Влацкая, И. В. Моделирование систем массового обслуживания: методические указания к расчетно-графическим работам по дисциплине «Компьютерное моделирование» [Текст] / И. В. Влацкая, О. А. Татжибаева. — Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. — 20 с. — Текст: непосредственный.
2. Карпов, Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 [Текст] / Ю. Карпов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 400 с. — Текст: непосредственный.
3. Григорьев, И. AnyLogic за три дня: практическое пособие по имитационному моделированию [Текст] / И. Григорьев. — Интернет издание, 2016. — 202 с. — Текст: непосредственный.
4. Михайлов, А. В. Разработка методики оценки городских территорий по транспортно-планировочным критериям на примере г. Донецка: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.22 / Михайлов Александр Владимирович. — М., 2018. — 193 с. — Текст: непосредственный.
5. Правоохранители контролируют места концентрации ДТП и аварийно-опасные участки дорог [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://mvddnr.ru> (дата обращения 03.04.2020).
6. Булавина, Л. В. Экспериментальное изучение характеристик транспортного и пешеходного движения: учебное электронное текстовое издание [Текст] / Л. В. Булавина // Подготовлено кафедрой «Городское строительство» ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет — УПИ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». — Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2009. — 28 с. — Текст: непосредственный.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ ПОДВИЖНОГО СИМПЛЕКСА

Т. П. Малютина ^а, к.т.н., доцент.; И. П. Давыденко ^б, к.т.н

^а ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

^б ЧАО «Авдеевский завод металлических конструкций»

Аннотация. Рассмотрен точечный алгоритм задания цилиндрической поверхности с направляющей осью в виде эвольвенты окружности и образующей в виде круговой синусоиды с помощью метода подвижного симплекса (МПС), разработанного и развиваемого авторами работы. Данный метод является одним из основных методов БН-исчисления (точечного исчисления Балюбы-Найдыша) по конструированию и моделированию поверхностей любой сложности, процессов и явлений в п-мерном пространстве. Точечные уравнения рассматриваемых кривых разработаны для п-мерного пространства с учетом графических алгоритмов построения таких кривых на плоскости общего положения. Полученная цилиндрическая поверхность может быть применена при моделировании сложных поверхностей гидротехнических сооружений, что существенно расширяет сферу применения метода подвижного симплекса в практику инженерных расчетов для получения эффективных решений в гидротехническом строительстве.

Ключевые слова: точечный алгоритм, эвольвента окружности, круговая синусоида, цилиндрическая поверхность, метод подвижного симплекса, БН-исчисление, гидротехнические сооружения.



Малютина
Татьяна Петровна



Давыденко
Иван Петрович

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

При моделировании поверхностей таких гидротехнических сооружений как каналы, водопроводы сложной формы, горки в аквапарках, состоящих из плавных криволинейных участков, инженеры сталкиваются с тем, что жидкость при прохождении по сооружению набирает высокую скорость. Наличие подобных больших скоростей является крайне нежелательным и опасным явлением, что может привести к потере устойчивости гидросооружения, с последующим его разрушением. В связи с этим возникает необходимость в моделировании гидротехнических сооружений с плавными очертаниями поверхностей. Разработка алгоритма построения синусоидального цилиндра с эвольвентной осью на основе метода подвижного симплекса для моделирования контура гидротехнических сооружений является актуальной задачей.

В качестве направляющей таких криволинейных поверхностей можно принимать эвольвенту окружности, а образующей — круговую синусоиду. В данной работе поставлена задача по разработке точечного алгоритма задания криволинейной поверхности технической формы, на основе метода подвижного симплекса, с образующей в виде синусоиды и направляющей в виде эвольвенты. Для этого использованы полученные ранее точечные уравнения круговой синусоиды и эвольвенты окружности методами БН-исчисления (точечного исчисления Балюбы-Найдыша) на основании графических алгоритмов их построения [6, 7].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Аналитическому описанию различных кривых линий, в точечном исчислении, посвящены работы д.т.н., профессора Балюбы И. Г. [1] и его последователей [2-4], в которых получено множество точечных уравнений кривых линий в БН-исчислении, алгебраические уравнения которых известны из аналитической математики [5]. Но есть кривые линии, которые не имеют единых алгебраических уравнений, и получают только графическим путем. К таким кривым линиям относится эвольвента окружности, которая в аналитической математике не имеет алгебраического уравнения, а в БН-исчислении уже аналитически определена через графический алгоритм ее построения [7]. На основании полученного алгоритма задания эвольвенты было выполнено построение эллиптического цилиндра с эвольвентной осью методом подвижного симплекса [8]. Подобные поверхности позволяют описывать различные сооружения для анализа их напряженно-деформированного состояния [9].

ФОРМУЛИРОВКА ЦЕЛЕЙ СТАТЬИ

Привести точечные уравнения круговой синусоиды и эвольвенты окружности, на основании графических алгоритмов построения кривых, методами БН-исчисления и рассмотреть примеры применения алгоритма построения синусоидального цилиндра с эвольвентной осью с помощью МПС [4] при моделировании поверхностей гидротехнических сооружений.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Пусть заданы три точки А, В, С, образующие произвольно заданный симплекс двумерного пространства САВ [1]. Представим в плоскости САВ эвольвенту М окружности Т радиуса $|CT| = \rho$, с центром в точке С (рис. 1).

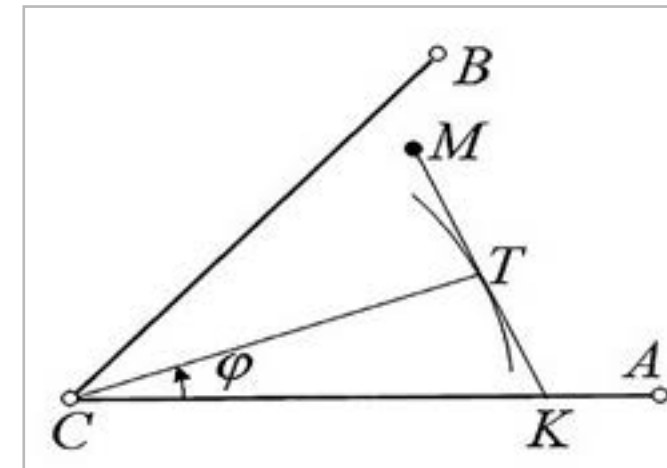


Рис. 1. Эвольвента окружности в симплексе двумерного пространства

По определению эвольвенты окружности, согласно графическому алгоритму построения кривой, имеем:

$$TM = \varphi\rho, \quad \angle CTM = \frac{\pi}{2}. \quad (1)$$

Точечные уравнения двух точек, определяющих касательную к окружности, имеют вид:

$$K = (A - C) \frac{\rho}{b \cos \varphi} + C, \quad T = (A - C) \frac{\rho \sin(\gamma - \varphi)}{b \sin \gamma} + (B - C) \frac{\rho \sin \varphi}{a \sin \gamma} + C, \quad (2)$$

$$KT = \rho \tan \varphi, \quad KM = KT + TM = \rho(\varphi + \tan \varphi).$$

Тогда точечное уравнение эвольвенты М окружности Т имеет вид [6]:

$$M = (T - K)(\varphi \tan \varphi + 1) + K = \frac{(A - C)\rho}{b \sin \gamma \sin \varphi} [(\varphi \cos \varphi + \sin \varphi) \sin(\gamma - \varphi) - \varphi \sin \gamma] + \frac{(B - C)\rho}{a \sin \gamma} (\varphi \cos \varphi + \sin \varphi) + C, \quad (3)$$

где $\gamma = \angle BSA$, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$, ρ — радиус окружности.

Ниже приведен пример построения эвольвенты окружности, в плоскости общего положения, с помощью программного пакета Maple (рис. 2, 3).

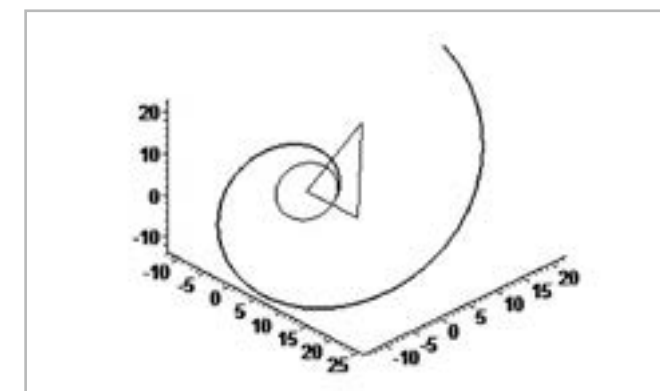


Рис. 2. Эвольвента окружности в симплексе трех точек

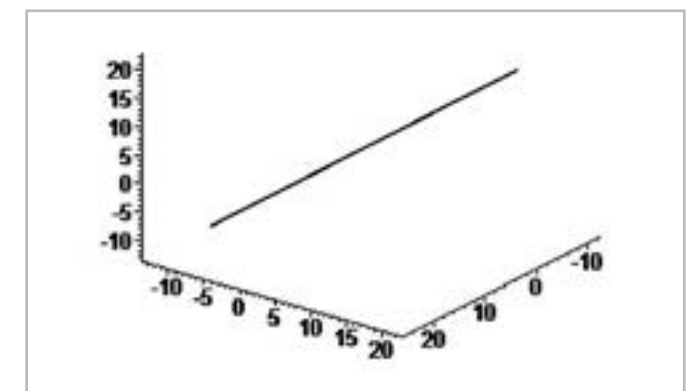


Рис. 3. Эвольвента окружности в плоскости общего положения

Рассмотрим точечное уравнение круговой синусоиды, осью которой является окружность [6]. Используя полярную параметризацию плоскости, зададим точечное уравнение окружности в симплексе точек ABC при $|CA|=b$ – радиус осевой окружности; $|AP|=\rho$ – радиус образующей окружности; $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ – $|AP|=|PT|$ параметр; (рис. 4).

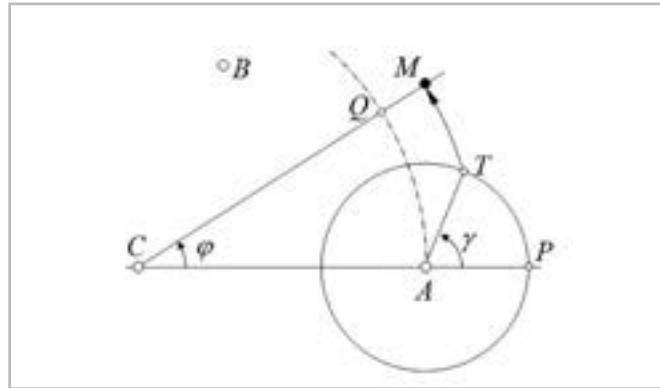
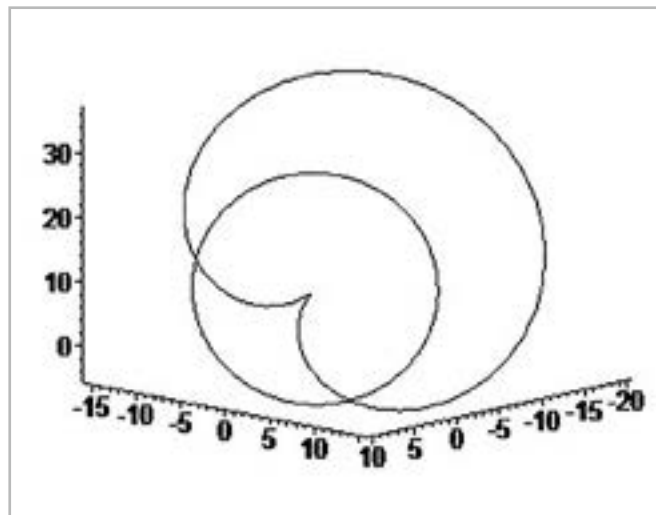


Рис. 4. Задание круговой синусоиды с осью в виде окружности

Алгоритм построения круговой синусоиды имеет вид:

1. A, B, C, k .
2. $a = |BC| = \sqrt{\sum_{BB}^C} = \sqrt{\sum (B-C)^2} = \sqrt{(x_B - x_C)^2 + (y_B - y_C)^2 + (z_B - z_C)^2}$.
3. $b = |AC| = \sqrt{\sum_{AA}^C} = \sqrt{\sum (A-C)^2} = \sqrt{(x_A - x_C)^2 + (y_A - y_C)^2 + (z_A - z_C)^2}$.
4. $\sum_{AB}^C = \sum (A-C)(B-C) = (x_A - x_C)(x_B - x_C) + (y_A - y_C)(y_B - y_C) + (z_A - z_C)(z_B - z_C)$.
5. $\cos \gamma = \frac{\sum_{AB}^C}{\sqrt{\sum_{AA}^C} \sqrt{\sum_{BB}^C}}$.
6. $2k\pi\rho = 2\pi b \rightarrow \rho = \frac{b}{k}$.
7. $M = (A-C) \frac{\sin(\gamma-\varphi)\sqrt{1+k^2+2k\cos k\varphi}}{k\sin\gamma} + (B-C) \frac{b\sin\varphi\sqrt{1+k^2+2k\cos k\varphi}}{ak\sin\gamma} + C$,
 $0 \leq \varphi \leq 2\pi$.

При $k=1$:



При $k=5$:

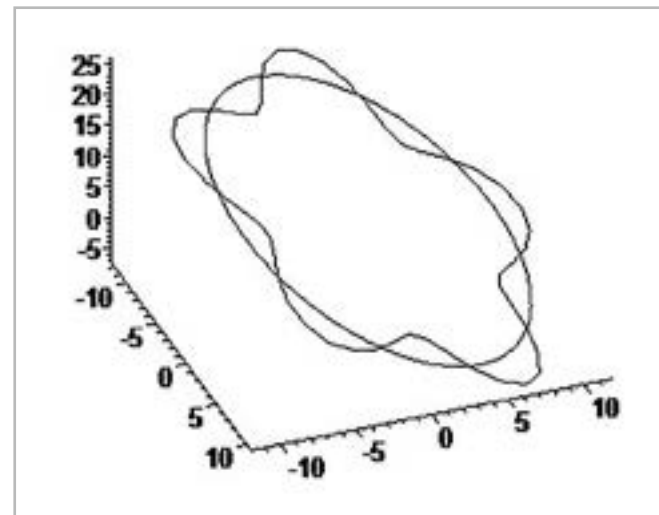


Рис. 5. Примеры компьютерной визуализации синусоиды в Maple

Рассмотрим аналитическое описание синусоидального цилиндра с эвольвентной осью, на основе МПС [4]. Пусть плоский подсимплекс PQR движется в симплексе CABD по эвольвентам P, Q, R. Определим синусоидальный цилиндр с эвольвентной осью R (рис. 6).

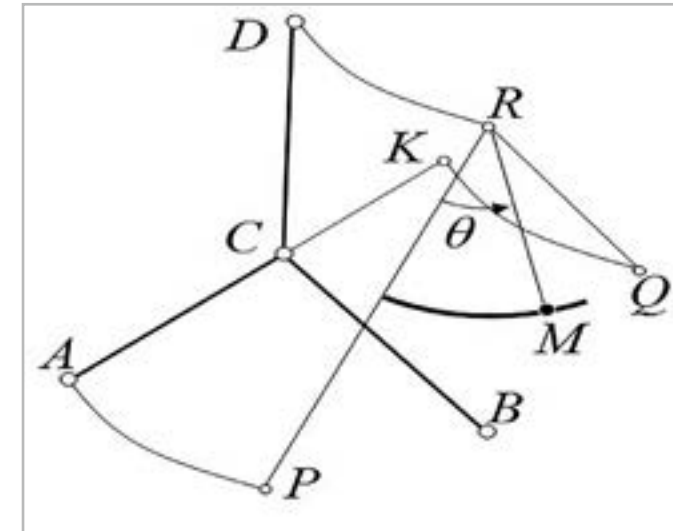


Рис. 6. Схема построения синусоидального цилиндра с эвольвентной осью

Зададим точечное уравнение эвольвенты P в подсимплексе BCA:

$$P = \frac{(A-C)\rho}{b\sin\gamma\sin\varphi} [(\varphi\cos\varphi + \sin\varphi)\sin(\gamma-\varphi) - \varphi\sin\gamma] + \frac{(B-C)\rho}{a\sin\gamma} (\varphi\cos\varphi + \sin\varphi) + C, \quad (4)$$

где $\gamma = \angle BCA$, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$, $b = |AC|$, $a = |BC|$, ρ – радиус окружности.

Учитывая, что $K = 2C - A$ из параллелограммов QKAP и RDAP находим:

$$Q = P - 2(A-C), \quad R = P + D - A \quad (5)$$

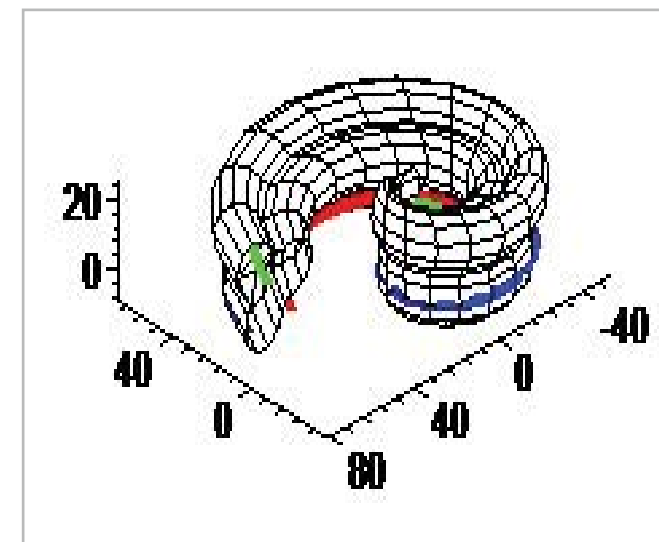
Тогда точечное уравнение синусоидального цилиндра с эвольвентной осью R, на основе точечного уравнения окружности, имеет вид:

$$M = (P-R) \frac{\sin(\gamma-\theta)\sqrt{1+k^2+2k\cos k\theta}}{k\sin\gamma} + (Q-R) \frac{b\sin\theta\sqrt{1+k^2+2k\cos k\theta}}{ak\sin\gamma} + R, \quad (5)$$

где $0 \leq \theta \leq 2\pi$.

Приведем пример построения синусоидального цилиндра с эвольвентной осью R при задании значений текущего параметра (рис. 7).

При $k=3$



При $k=5$

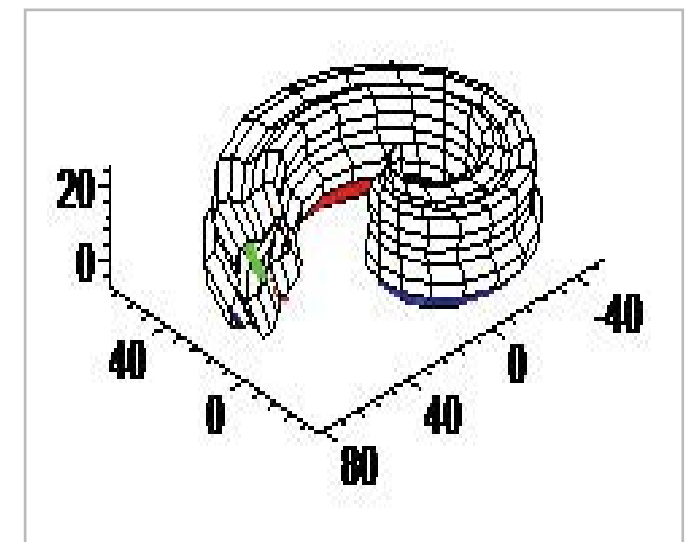


Рис. 7. Синусоидальный цилиндр с эвольвентной осью в Maple

Область применения подобных поверхностей представлена на рис. 8.



Рис. 8. Применение водопропускных каналов в дорожном строительстве

ВЫВОДЫ

В статье представлен точечный алгоритм построения синусоидального цилиндра с эвольвентной осью на основе метода подвижного симплекса. Для получения такого алгоритма были приведены точечные уравнения круговой синусоиды и эвольвенты окружности, полученные по графическим алгоритмам построения кривых. На основании приведенных точечных уравнений кривых был разработан алгоритм, который дает возможность описывать гидротехнические сооружения с плавными очертаниями.

Разработанные в работе модели плавных контуров гидротехнических сооружений, и построенные для них точечные аналитические уравнения кривых, существенно расширяют сферу применения метода подвижного симплекса в практике инженерных расчетов, что позволяет получать эффективные решения в гидротехническом строительстве.

Список литературы

1. Балюба, И. Г. Конструктивная геометрия многообразий в точечном исчислении: диссертация на соискание научной степени доктора технических наук: 05.01.01 [Текст] / Балюба Иван Григорьевич. — Макеевка: МИСИ, 1995. — 227 с.
2. Малютина, Т. П. Интерпретация вычислительной геометрии плоских фигур в точечном исчислении: диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук: 05.01.01 [Текст] / Малютина Татьяна Петровна. — Макеевка: МИСИ, 1998. — 161 с.
3. Конопацкий, Є. В. Геометричне моделювання алгебраїчних кривих та їх використання при конструюванні поверхонь у точковому численні Балюби-Найдиша: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.01.01 [Текст] / Конопацкий Євген Вікторович. — Макіївка: ДонНАБА, 2012. — 163 с.
4. Давыденко, И. П. Конструирование поверхностей пространственных форм методом подвижного симплекса: диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук: 05.01.01 [Текст] / Давыденко Иван Петрович. — Макеевка: ДОННАСА, 2012. — 164 с.

5. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов [Текст] / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. — М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1956. — 608 с.
6. Конопацкий, Є. В. Конструювання системи спеціальних плоских кривих типу «синусоїда» методом узагальнених тригонометричних функцій / Сборник научных трудов SWorld. — Выпуск 3. Том 12. — Иваново: Маркова А. Д., 2013. — ЦИТ: 313-0698. — С. 76-80.
7. Малютина, Т. П. Точечное уравнение эвольвенты и его применение при конструировании поверхностей технических форм методом подвижного симплекса [Текст] / Т. П. Малютина, И. П. Давыденко // Вісник Донбаської нац. акад. будівництва і архітектури: зб. наук. праць / МОН України; ДонНАБА. — Макіївка, 2015. — Вип. 2015-3(113): Будівлі та конструкції із застосуванням нових матеріалів та технологій. — С. 66-69.
8. Малютина, Т. П. Построение эллиптического цилиндра с эвольвентной осью методом подвижного симплекса [Текст] / Т. П. Малютина, И. П. Давыденко, Ж. В. Старченко // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры: Сборник научных трудов / МОН Украины; ДонНАСА. — Макеевка, 2017. — Вып. 2017-3(125): Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий. — С. 62-66.
9. Крысько, А. А. Анализ напряженно-деформированного состояния стенки резервуара с геометрическими несовершенствами при действии гидростатической нагрузки / Крысько А. А. // Металлические конструкции. — 2017. — Т. 23, №3 — С. 97-106.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ПОМЕЩЕНИЯ ЗДАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. А. Олексюк, д.т.н., профессор; А. В. Плужник, аспирант; Б. В. Кляус, аспирант

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

Аннотация. В данной статье рассмотрены проблемы энергоэффективной эксплуатации систем водяного отопления зданий общественного назначения. Проанализированы действующие нормы по обеспечению требуемого микроклимата в помещениях зданий общественного назначения. Выполнен мониторинг температурно-влажностного режима в общественном помещении, на основании которого предложены рекомендации по применению энергосберегающих мероприятий. Проанализированы задачи энергосберегающих мероприятий, позволяющие минимизировать затраты тепловой энергии при эксплуатации систем водяного отопления. Выявлено, что удельную энергоёмкость систем отопления в общественных зданиях необходимо снижать путем использования автоматически управляемых режимов снижения тепловой мощности отопления в нерабочее время, используя так называемый режим периодического отопления. Также в комплексе с режимом периодического отопления рекомендуется эксплуатировать индивидуальные тепловые пункты (ИТП) и автоматические терморегуляторы систем водяного отопления.

Ключевые слова: энергосбережение, периодическое отопление, тепловая мощность, инерционность здания, индивидуальный тепловой пункт.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В условиях рыночной экономики и значительно-го повышения цен на энергоресурсы большое значение приобретает задача эффективного использования тепловой энергии в системах теплоснабжения зданий. В настоящее время большинство существующих систем отопления общественных зданий работают практически в неконтролируемом режиме. В свою очередь нагревательные приборы в течение длительного времени выделяют большое количество избыточной теплоты, что ведет к увеличению температуры внутреннего воздуха в помещениях выше нормируемых величин, то есть к снижению теплового комфорта, а также к перерасходу энергоресурсов. При этом отсутствие индивидуальных средств учета и регулирования потребления тепла и воды, негерметичность наружных ограждающих конструкций, потери в теплотрассах приводят к тому, что абонент дополнительно оплачивает 30...40% за потери от потребленных энергоресурсов [1].

Большинство общественных зданий не работает в ночной и вечерний период. В выходные дни помещения пустуют, а отопление работает в обычном рабочем режиме, что не целесообразно с точки зрения оптимального использования энергоресурсов.

Некоторые системы отопления оснащены устройствами автоматического ночного понижения температуры, что приводит к ощутимой экономии энергоресурсов, но данные системы практически не задействованы в связи с их высокой стоимостью.

Такой массовый потребитель как школы, детские сады, поликлиники, клубы, проектные организации, районные и городские администрации, различного рода конторы и другие здания общественного назначения не в состоянии



Олексюк
Анатолий Алексеевич



Плужник
Анастасия Вадимовна



Кляус
Богдан Валентинович

приобрести дорогостоящее оборудование. По этой причине возможность реализации систематического снижения теплотребления общественными зданиями в ближайшие годы становится маловероятна.

Однако, другой возможности существенно уменьшить теплотребление существующих зданий нет. До недавнего времени перспективы снижения энергоресурсопотребления были связаны с погодным регулированием. Учитывая потери тепла на теплотрассах, неизолированную запорную арматуру и периодические аварийные ситуации, даже с учетом погодного регулирования температурный режим большинства котельных не отвечает требуемым нормативным величинам.

Современные требования к проектированию систем отопления направлены на повышение эффективности их эксплуатации. Обязательна разработка и внедрение систем автоматического управления с привлечением новейших результатов теоретических и прикладных исследований для оптимального решения задач определения и управления процессами теплотребления. Зачастую известные в литературе модели и алгоритмы управления температурными режимами зданий получены путем использования ряда серьезных упрощений, вследствие чего они недостаточно точны и имеют ограниченную область применения, или же напротив, модели имеют настолько сложную структуру, что становятся практически неприемлемыми для целей регулирования. В связи с этим необходимо решить ряд задач с учетом физики процессов и настройки моделей на практике с последующей разработкой оптимальных алгоритмов управления микроклиматом в зданиях общественного назначения [1].

ЦЕЛЬ

Анализ температурно-влажностного режима в помещении здания общественного назначения, разработка рекомендации по внедрению энергоэффективных мероприятий периодического отопления в соответствии с действующими нормативными документами.

На сегодняшний день проблема энергосбережения приобрела статус приоритетной задачи. Это обусловлено как не контролируемым расходом энергоресурсов, так и постоянным ростом их стоимости. Исследованиям энергоэффективного управления тепловыми режимами зданий посвящено много работ таких авторов как: Кирпичникова И. М., Aste N., Del Pero C., Burman E., Mumovic D., Kimprian J., Ascione F., Sarto L., Carrascal E. [2-7].

Согласно [8] в зданиях общественного назначения в нерабочее время суток температуру внутреннего воздуха в помещениях разрешается поддерживать ниже нормируемой. Благодаря этому появляется возможность значительно снизить расход энергии в системах отопления. Для большинства общественных, учебных, офисных, административно-бытовых зданий нерабочее время может составлять в среднем до 40% в будние дни и до 100% в выходные и праздничные [9].

Комплексный подход по решению энергоэкономических мероприятий включает в себя:

- повышение эффективности отдельных элементов системы;
- выбор оптимальной мощности источников тепла;
- оптимизацию параметров тепловой схемы;
- оптимизацию режимов тепловой нагрузки зданий и др.

Обеспечить оптимизацию режимов тепловой нагрузки зданий при периодическом снижении температуры внутреннего воздуха в помещении позволит реализация так называемого периодического отопления, однако для получения максимального эффекта необходимо решить задачу оптимального управления данной технологией.

Задача при использовании периодического отопления должна решаться совместно с вопросами тепловых режимов зданий. При этом важным условием является согласование режимов работы источника тепла и системы отопления здания [11].

Как отмечают авторы [12-14], использование периодического отопления (программного отпуска тепла) для административных, учебных, офисных зданий является перспективным способом получения дополнительного экономического эффекта.

Использование данного вида отопления позволяет, в первую очередь, значительно снизить энергоресурсопотребление при отопительных нагрузках [15].

Однако одной из возможных проблем при понижении температуры в нерабочее время является выпадение конденсата на внутренней поверхности наружной ограждающей конструкции [16]. Данный процесс происходит вследствие смещения плоскости возможной конденсации в толще наружной ограждающей конструкции ближе к внутренней.

Согласно нормативно-техническому документу [17] в холодный период года допускается снижать показатели микроклимата в нерабочее время общественных зданий, принимая температуру внутреннего воздуха помещений ниже нормируемой, но не ниже 12°C.

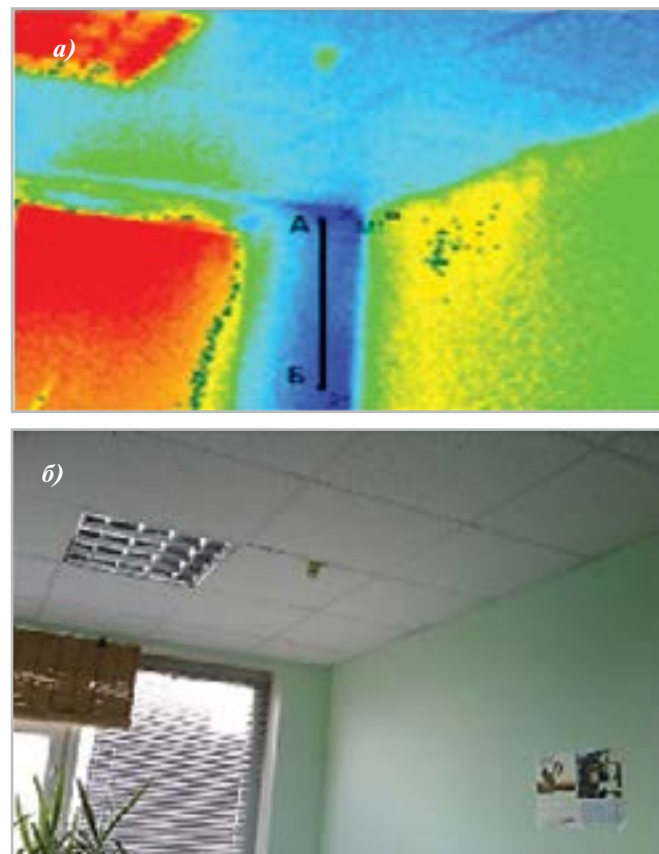


Рис. 1. Термографическое обследование внутренней поверхности ограждающей конструкции стены (инфракрасное изображение) а) фактическое изображение; б) инфракрасное изображение; А-В отрезок температурного профиля

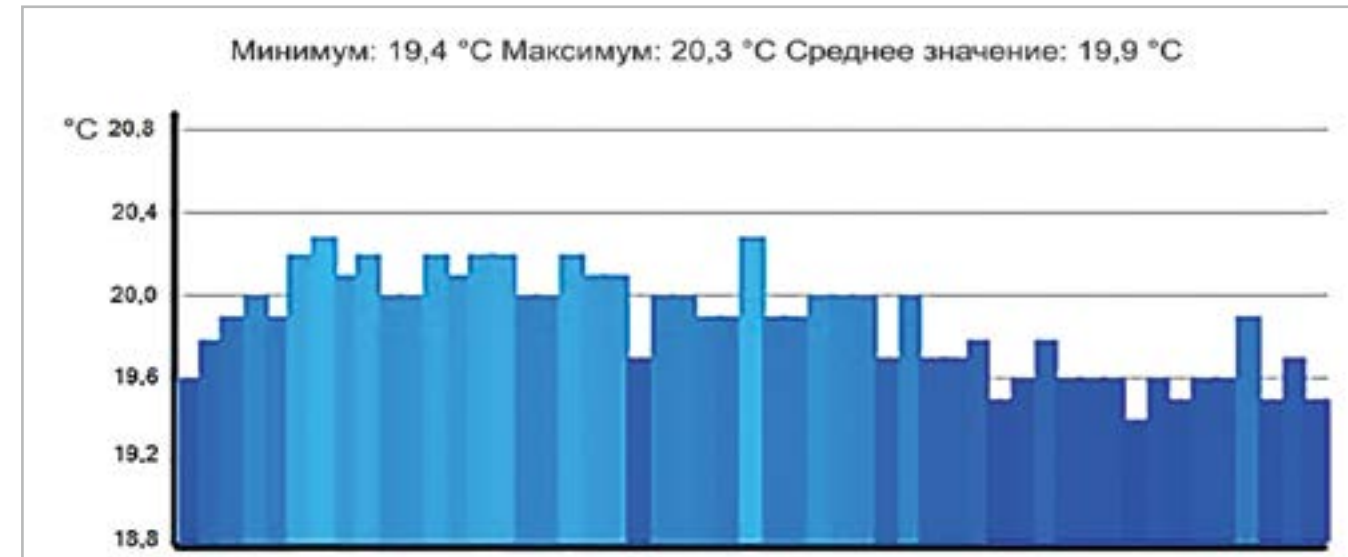


Рис. 2. Гистограмма распределения температур вдоль выбранного отрезка температурного профиля

Для проверки данных нормативно-технического документа [17] в климатических условиях региона Донбасса был произведен мониторинг параметров микроклимата в помещении здания общественного назначения Калининского района г. Донецка. В соответствии с [18] средняя отопительная температура воздуха в г. Донецк составляет -0,5°C, в момент измерений температура наружного воздуха составляла -1,0°C. В обследуемом помещении была произведена термографическая съемка с использованием тепловизора Testo 868. Результаты термографической съемки показаны на рис. 1 (а, б).

При использовании программного обеспечения IRSoft было проанализировано температурное поле на внутренней поверхности ограждающей конструкции. В соответствии с рис. 1а для отрезка температурного профиля А-В была построена гистограмма распределения температур, представленная на рис. 2.

В соответствии с [19] помещение относится к категории 3а: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды, допустимая температура воздуха в которых в среднем принимается 21°C.

Относительная влажность воздуха внутри помещения составляет $\phi_v = 55\%$. Следовательно, можно определить температуру, при которой на внутренней поверхности ограждающей конструкции будет наблюдаться выпадение конденсата.

Для определения возможной конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции используются данные таблицы М 2 [17].

В соответствии с таблицей М 2 [17] максимальная упругость водяных паров при температуре внутреннего воздуха в помещении $t_v = 21^\circ\text{C}$ составляет

$$E_v = 2488 \text{ Па.}$$

Действительная упругость водяных паров определяется по формуле

$$e = \frac{\phi \cdot E_v}{100}, \text{ Па,} \quad (1)$$

где ϕ_v — относительная влажность воздуха внутри помещения, %;

E_v — парциальное давление при температуре внутреннего воздуха в помещении, Па.

Согласно формуле (1) действительная упругость водяных паров составит

$$e = \frac{55 \cdot 2488}{100} = 1368 \text{ Па.}$$

Относительная влажность воздуха ϕ составит 100%, при условии максимальной действительной упругости водяных паров при данной температуре, это возможно при достижении давления насыщения водяных паров.

Согласно таблице М 2 [17] температура точки росы для действительной упругости водяных паров составит

$$e = 1368 \text{ Па} \Rightarrow t_{р.} = 11,06^\circ\text{C.}$$

В следствие, согласно нормативно-техническому документу [17], снижение температуры внутреннего воздуха возможно до 12°C. От длительности режима периодического отопления и установленной мощности системы отопления будет зависеть, выйдет ли система на ограничение по внутренней температуре. Чем продолжительнее нерабочий период, и чем выше установленная тепловая мощность, тем больше вероятность выхода на ограничение по температуре внутреннего воздуха. Так же стоит учитывать тепловую инерцию здания, которая напрямую зависит от материала, из которого здание сделано. За короткий промежуток времени, при котором будет уменьшена тепловая мощность системы отопления, температура внутреннего воздуха в помещении может снизиться незначительно.

Значительная способность аккумулировать тепло, а затем постепенно отдавать его, имеется у ограждающих конструкций из бетона и кирпича.

Здание с бетонными ограждающими конструкциями медленно нагревается, а затем при выключенном отоплении медленно остывает, отдавая тепло от стен воздуху внутри помещения. Низкая или высокая тепловая инерционность не является положительным или отрицательным свойством, но ее необходимо учитывать.

Здание с высокой тепловой инерционностью сглаживает влияние быстрой смены климатических условий окружающей здание среды.

Следовательно, важно учитывать теплофизические свойства материалов ограждающих конструкций здания. Чем меньше термическое сопротивление наружной

ограждающей конструкции, тем меньше температура на ее поверхности [20].

На основании всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что режим работы периодического отопления зависит от:

- изменения климатических условий окружающей среды;
- тепловой инерционности здания;
- теплофизических свойств материалов наружных ограждающих конструкций;
- формирующегося микроклимата внутри помещений здания.



Рис. 3. Автоматический терморегулятор системы водяного отопления

Для достижения максимальной энергоэффективности дополнительно рекомендуется устанавливать автоматические терморегуляторы (рис. 3), которые позволяют:

- поддерживать комфортные температуры в отапливаемых помещениях на уровне, задаваемом самим потребителем;
- экономить до 20% тепловой энергии и средств на ее оплату путем использования для отопления бесплатных теплопритоков в помещения (от солнечной радиации, людей, электробытовых приборов и т. д.) и задания потребителем оптимальных температур воздуха в помещениях в течение суток;
- улучшить экологическое состояние воздушного бассейна в населенных пунктах за счет снижения выбросов в атмосферу продуктов сгорания топлива, используемого для выработки теплоты [21, 22].

При теплоснабжении здания от центральных тепловых сетей подача тепла осуществляется согласно разработанному температурному графику на котельной, в соответствии с которым температура теплоносителя в тепловой сети зависит от температуры наружного воздуха. Имеет место срезка



Рис. 4. Индивидуальный тепловой пункт (ИТП)

температурного графика, ниже которой температура в тепловой сети не регулируется. График качественного регулирования тепловых сетей рассчитан на характеристики усредненного здания с радиаторной системой отопления. Вместе с тем, теплотехнические характеристики конкретного здания могут выгодно отличаться от усредненных характеристик, поэтому применение периодического отопления приведет к экономии тепловой энергии.

При реализации периодического отопления предпочтение отдается зданиям с индивидуальными тепловыми пунктами (ИТП) (рис. 4), так как появляется возможность регулировать тепловую мощность системы отопления в конкретном здании в зависимости от его назначения и режима работы. ИТП — это комплекс установок, предназначенных для распределения тепла, поступающего из тепловой сети, между потребителями в соответствии с установленными параметрами теплоносителя [23].

Преимущество ИТП состоит в том, что отсутствуют потери тепла при его эксплуатации, есть возможность автоматического поддержания параметров системы отопления и потребитель способен самостоятельно регулировать температуру на выходе, что окупит расходы на тепловую энергию. В результате экономия тепловой энергии составляет порядка 20...30% [24]. Для повышения энергоэффективности потребляемой тепловой энергии в зданиях и сооружениях так же проводят мероприятия по утеплению стен здания и установке современных стеклопакетов. Но экономический эффект от проведения данных мероприятий будет неполным, если не скорректировать температурный график с учетом соответствия фактической производительности приборов отопления [25]. Это возможно только при использовании автоматизированного индивидуального теплового пункта и режима периодического отопления.

ВЫВОД

Удельную энергоемкость систем отопления в общественных зданиях необходимо снижать путем использования автоматически управляемых режимов снижения тепловой мощности отопления в нерабочее время, используя режим периодического отопления. Также в комплексе с режимом периодического отопления рекомендуется

эксплуатировать индивидуальные тепловые пункты (ИТП) и автоматические терморегуляторы систем водяного отопления.

Список литературы

1. Кувшинов, Г. Г. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: Учеб. пособие / Г. Г. Кувшинов, Ю. Л. Крутский. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. — 119 с.
2. Кирпичникова, И. М. Повышение качества регулирования систем электроотопления / И. М. Кирпичникова, Е. Л. Файда, А. Ю. Усков, Т. Ю. Никонова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. — Челябинск: Энергетика, 2012. — № 37. — Р. 87-89.
3. Aste, N. Energy retrofit of commercial buildings: case study and applied methodology / N. Aste, C. Del Pero // Energy Efficiency. — 2013. — Т. 6. — № 2. — Р. 407-423.
4. Burman, E. Towards measurement and verification of energy performance under the framework of the European directive for energy performance of buildings / E. Burman, D. Mumovic, J. Kimpian // Energy, 2014. — Т. 77. — Р. 153-163.
5. Ascione, F. A new methodology for cost-optimal analysis by means of the multi-objective optimization of building energy performance // Energy and Buildings. — 2015. — Т. 88. — Р. 78-90.
6. Sarto, L. Potential and limits to improve energy efficiency in space heating in existing school buildings in northern Italy // Energy and Buildings. — 2013. — Т. 67. — Р. 298-308.
7. Carrascal, E. Optimization of the heating system use in aged public buildings via model predictive control // Energies. — 2016. — Т. 9. — № 4. — Р. 251.
8. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением №1). — М.: Минстрой России, 2016. — 95 с.
9. Малявина, Е. Г. Влияние теплового режима наружных ограждающих конструкций на нагрузку системы отопления при прерывистой подаче теплоты / Е. Г. Малявина, Р. Р. Асатов // Academia. Архитектура и строительство. — М.: Российская академия архитектуры и строительных наук, 2010. — № 3. — С. 324-327.
10. Тверской, М. М. Постановка задачи оптимального управления тепловым режимом здания при комбинированной системе отопления / М. М. Тверской, Д. В. Румянцев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. — Челябинск: Энергетика, 2012. — № 23. — С. 16-20.
11. Панферов, В. И. Эффективные энергосберегающие решения при теплоснабжении зданий / В. И. Панферов, Е. Ю. Анисимова, С. В. Панферов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Челябинск: Энергетика, 2015. — Т. 15. — № 4. — С. 40-48.
12. Панферов, В. И. К решению проблемы энергосбережения при теплоснабжении зданий / В. И. Панферов, Е. Ю. Анисимова, С. В. Панферов // Строительство и экология: теория, практика, инновации. Челябинск: ПИРС, — 2015. — С. 56-59.
13. Парамонова, Е. Ю., Елистратова, Ю. В., Семенов, А. С. Проблема перетопов и недотопов в отопительный период / Е. Ю. Парамонова, Ю. В. Елистратова, А. С. Семенов // Современные наукоемкие технологии. Пенза: ООО «Информационно-технический отдел Академии Естествознания», — 2013. — № 8. — С. 48-50.
14. Панферов, С. В. Некоторые проблемы энергосбережения и автоматизации в системах теплоснабжения зданий /

- С. В. Панферов, А. И. Телегин, В. И. Панферов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. — Челябинск: Энергетика, — 2010. — № 22 (198). — С. 79-86.
15. Гершкович, В. Ф. О возможности практической реализации регулирования теплопотребления зданий методом периодического прерывания потока теплоносителя // Новости теплоснабжения. — К: ЗНИИЭП, 2000. — № 10. — С. 16 — 23.
16. Анисимова, Е. Ю. Программное обеспечение для расчета оптимального режима прерывистого отопления зданий // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах: междунар. сб. науч. трудов. — Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, 2014. — № 1. — С. 66-72.
17. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. Актуализированная редакция СП 3-101-2000. — М.: Минстрой России, 2004. — 139 с.
18. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Строительная климатология. — К.: Минрегионстрой Украины, 2011. — 123 с.
19. ГОСТ 30494—2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. — М.: Стандартинформ, 2013. — 11 с.
20. Tyutikov, V. V. Analysis of energy efficiency from the use of heat-reflective window screens in different regions of Russia and France / V. V. Tyutikov, N. N. Smirnov, D. A. Lapateev // Procedia Engineering. Chelyabinsk: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING, 2016. — Т. 150. — С. 1657-1662.
21. Alamin, Y. I. An economic model-based predictive control to manage the users' thermal Wan K. K. W. et al. Future trends of building heating and cooling loads and energy consumption in different climates / Y. I. Alamin // Building and Environment. — 2011. — Т. 46. — № 1. — С. 223-234.
22. Kolyr, M. Alternative to the conventional heating and cooling systems in public buildings / M. Kolyr // Journal of Mechanical Engineering. — 2010. — Т. 56. — № 9. — С. 575-583.
23. Олексюк, А. А. Оценка работы системы теплоснабжения от индивидуальных тепловых пунктов с подогревателями-аккумуляторными установками / А. А. Олексюк, И. Г. Шитикова, Н. В. Долгов // Вести Автомобильно-дорожного института. — 2013. — № 1. — С. 146-155.
24. Олексюк, А. А. Теплообменные процессы, протекающие между теплоносителем и нагреваемой водой в ПАУ с трехконтурным теплообменником на ИТП / А. А. Олексюк // Современные проблемы строительства. — Донецк: Донецкий ПромстройНИИпроект, ООО «Лебедь», 2000. — Т. 1. — С. 110-115.
25. Олексюк, А. А. Оценка эффективности работы систем теплоснабжения от ИТП с ПАУ при помощи термодинамического и эксергетического анализа / А. А. Олексюк // Современные проблемы строительства: Ежег. науч. техн. сб. — Донецк: Донецкий ПромстройНИИпроект, ООО «Лебедь», 2002. — Т. 2. — С. 158-163.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПОСРЕДСТВОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А. С. Коломоец, аспирант

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

Аннотация. С каждым годом вопрос сдвижения массива горных пород при отработке сближенных пластов приобретает все большую актуальность. Это связано с непрерывным углублением выработок в недра земли, что влечет за собой сдвижения расположенного над угольными пластами породного массива. Вследствие чего на выработки оказывается большее давление. В связи с этим появляется необходимость в оперативной корректировке вариантов отработки пластов. В статье предложены подходы к обоснованию стратегий развития горных работ на угледобывающих предприятиях с помощью компьютерного моделирования. С использованием 3D модели были определены параметры, предопределяющие порядок и последовательность отработки сближенных пластов. На основании модели шахты был построен разрез, посредством которого был проведен расчет расстояния между пластами с использованием данных геолого-разведочных скважин.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, пласт, угольная шахта, разработка, совместная отработка, дегазация, геология.



Коломоец
Анастасия Сергеевна

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В сложившихся условиях на угольных шахтах Донбасса появляется необходимость в динамическом анализе и корректировке проектных решений по развитию горных работ. Наряду с привычной изменчивостью внутренних факторов среды (горнотехнических и горно-геологических условий работы шахт) в последнее время существенное влияние на работу шахт оказывают внешние факторы (прежде всего, цена на угольную продукцию и возможность сбыта). Также одним из важных факторов является вопрос сдвижения массива горных пород при отработке сближенных пластов. Это связано с непрерывным углублением выработок в недра земли, что влечет за собой сдвижения расположенного над угольными пластами породного массива. Вследствие чего на выработки оказывается большее давление, которое приводит к их перекреплению. В связи со всеми условиями принятие решений относительно развития угольных шахт должно основываться на комплексном анализе сложившейся ситуации и оперативной обработке информации, что предопределяет необходимость компьютерного моделирования каждого объекта и всей совокупности шахт в целом [1-2].

ОБЗОР МЕТОДИК ОБОСНОВАНИЯ ПОРЯДКА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОТРАБОТКИ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ

В настоящее время актуальным является вопрос разработки свиты пластов, который практически всегда оказывает вредное влияние в условиях подработки вышележащего пласта нижележащим. В этой связи появляется представление о сближенных пластах, чаще всего с восходящим порядком отработки. Как правило такие методы обусловлены наличием газа метана или повышенной обводненностью вышележащего пласта в пределах участков шахтных полей. Также для целесообразного места расположения подрабатываемых выработок сближенных пластов в массиве необходимо учитывать параметры перераспределения горного давления и смещения горных пород. Кроме этого, необходимо учитывать осложнения угольного массива вследствие геологических нарушений в сближенных пластах. Без учета этот показатель влечет за собой снижение технико-экономических показателей угледобычи в связи с неправильной последовательностью отработки столбов и их расположение в пределах выемочного блока. Данные вопросы уже были рассмотрены в работах [3] и [4].

Обеспечение устойчивости подготовительных выработок в зонах повышенного горного давления при разработке сближенных пластов также является одним из важнейших факторов. В основном ухудшение состояний выработок связано с широким

внедрением систем разработки длинными столбами с оставлением целиков угля между выемочными столбами, а также увеличением длин выемочных столбов и лав, использованием анкерной крепи в качестве основной крепи участков подготовительных выработок, существенным ростом среднесуточных нагрузок на очистные забои.

Традиционные подходы к решению рассматриваемой задачи не могут обеспечить адекватное решение задачи в изменчивых и динамично изменяющихся условиях с учетом влияния всех существенных факторов. В этой связи представляет интерес использование компьютерных моделей для повышения оперативности и адекватности принимаемых решений.

Цель исследования — разработка методических подходов для обоснования стратегий развития горных работ угольного предприятия в условиях совместной разработки сближенных пластов на основе компьютерного моделирования.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

С целью анализа взаимного расположения оставшихся запасов и существующей сети горных выработок построена компьютерная модель шахты. Для моделирования угольной шахты использовался программный комплекс «Шахта 3D», разработанный с участием сотрудников Донецкого национального технического университета [5, 6].

Исходной информацией для построения модели месторождения являются данные разведки, которые представлены в базе данных цифровой информации, а также планы горных выработок.

Программное обеспечение позволяет построить модель таких объектов как земная поверхность и угольные пласты, существующие выработки, проектные выработки. Как правило, поверхность месторождения представлена на графической документации изолиниями поверхности. Кроме того, в качестве данных, характеризующих поверхность месторождения, можно использовать координаты устьев скважин. При построении существующих выработок для формирования координаты Z может использоваться таблица маркшейдерских точек, либо высотные отметки на плане горных выработок.

При построении проектных (плановых) горных выработок первоначально указываются параметры сечения горной выработки. В зависимости от вида выработки (пластовая или полевая) выбирается вид привязки трассы выработки к поверхностям модели. Для полевых выработок необходимо установить параметры плоскости, в которой

будет проходить выработка. Далее проводится трасса выработки. Программа обеспечивает автоматическое формирование замкнутого тела, соответствующего выработке.

Пространственное представление календарного плана совместной разработки 4-х угольных пластов представлено на рис.1.

Построенные модели позволяют качественно оценить степень подготовленности запасов к выемке и возможные варианты развития горных работ.

Одним из осложняющих факторов при выборе стратегии развития горных работ на угледобывающем предприятии является наличие в толще массива горных пород сближенных пластов. При отработке сближенных пластов независимо от того, какой пласт будет отработываться первым, его отработка будет оказывать влияние на остальные пласты.

Вследствие этого будут проявляться процессы деформаций и напряжений в подстилающей толще при наработке, что в целом зависит от горно-геологических условий, включая сложение и строение всей толщи пород, угол залегания пластов и глубину работ, строение и физико-механические характеристики пород междупластий, а также от технологических параметров, особенно таких как способы подготовки, системы разработки, способы управления кровлей, длина очистных забоев, скорости подвигания очистных работ.

Поскольку угольные пласты залегают на различном расстоянии друг от друга, то необходимо определить характер влияния выемки одного пласта свиты на выемку соседних пластов. В связи с этим различают пласты независимые и сближенные.

Пласты в свите считаются независимыми, если выемка их возможна в любой последовательности, и сближенными, если при рациональной разработке необходимо учитывать их совместное залегание.

В настоящее время отработка сближенных пластов осуществляется 3 способами:

- восходящий — первым вынимают нижний пласт. При этом происходит подработка верхнего пласта, влияние которой сказывается при любом расстоянии между пластами, причем степень этого влияния зависит от мощности нижнего пласта, мощности и физико-механических свойств пород между пластами, угла падения пластов, длины очистного забоя и др.;
- нисходящий — выемку пластов начинают с верхнего. При этом происходит наработка нижнего пласта, которая

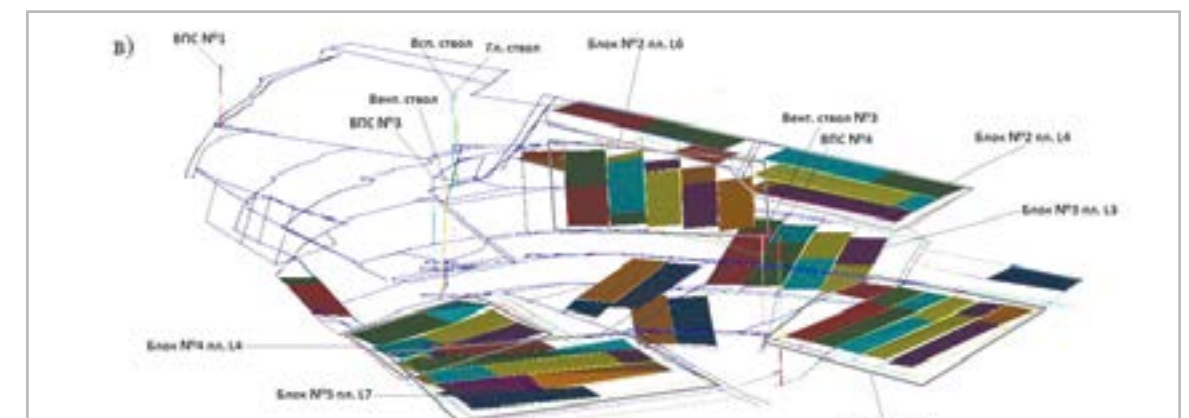


Рис. 1. Пространственная модель календарного плана разработки угольных пластов

проявляется в увеличении горного давления на крепь подготовительных выработок. Влияние надработки сказывается на сравнительно ограниченную глубину;

- комбинированный — первым отработывают один из средних пластов в свите.

Отработки сближенных пластов имеют свои достоинства и недостатки. Таким образом, подработанный или надработанный пласт подвергается усиленной дегазации; будучи водоносным, легко осушается; на некоторое время освобождается от напряженного состояния, вызванного давлением вышележащих пород. Эти свойства используют для безопасной отработки пластов, склонных к внезапным выбросам угля и газа или горным ударам. Недостатком является то, что при разработке сближенных пластов, особенно при подработке, появляется опасность сдвижения горных пород, вызывающая завалы лав, деформацию выработок.

Также существуют основные положения, которыми необходимо руководствоваться при совместной разработке сближенных пластов:

- отработка пластов должна проводиться в нисходящем порядке;
- групповые выработки чаще всего проводят полевыми, расположенными в крепких породах в почве свиты пластов. Проведение групповых выработок по пластам тонким и средней мощности допускается при условии отнесения этих пластов к неопасным по выбросам угля и газа, горным ударам и с несамовозгорающимся углем;

- необходимо погашать выемочные выработки группированных пластов, а при отработке следующего этажа, яруса или полосы вентиляционные выемочные выработки этих пластов следует проводить вприсечку к выработанному пространству. Для крутых и крутонаклонных пластов допустимо проведение штреков по завалу на месте расположения бывших транспортных;
- групповые транспортные выработки следует крепить усиленной крепью, поскольку их используют повторно в качестве вентиляционных при отработке нижележащих ярусов;
- в первую очередь необходимо производить отработку верхнего пласта с соблюдением допустимых опережений по отношению к нижерасположенному пласту. При расположении групповых выработок по пласту предпочтительнее столбовая система разработки. При расположении групповых выработок полевыми можно применять и сплошную систему разработки.

В существующих способах разработки свит пластов, включающих разделение пластов на панели и панелей на ярусы, проведение по каждому из пластов основных подготовительных выработок и последующую отработку ярусов длинными очистными забоями, существует ряд недостатков. Недостатками данных способов при разработке сближенных пластов являются значительные затраты на поддержание основных подготовительных выработок, низкая эффективность очистной выемки, большие объемы проходческих

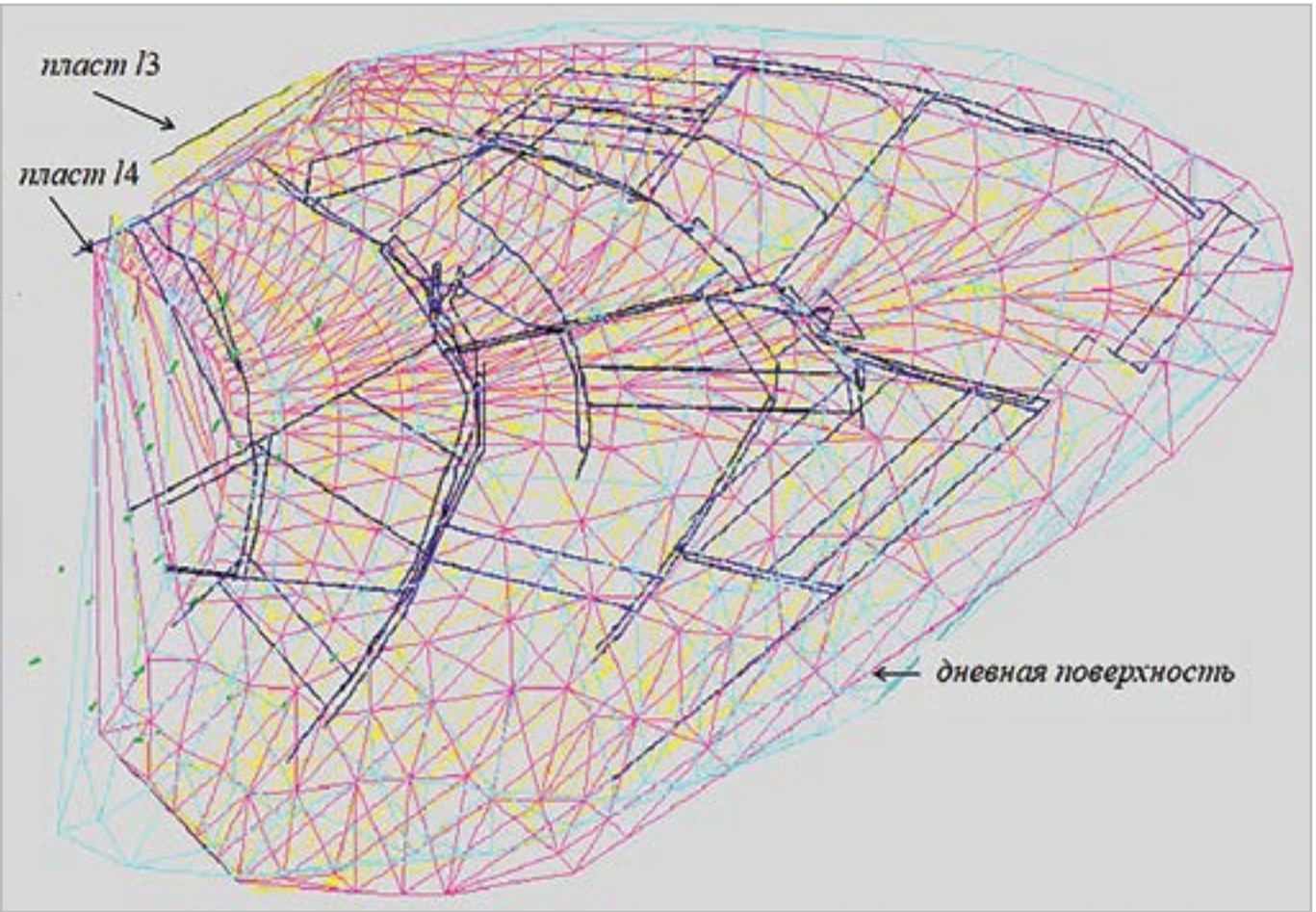


Рис. 2. Модель шахты «Комсомолец Донбасса»

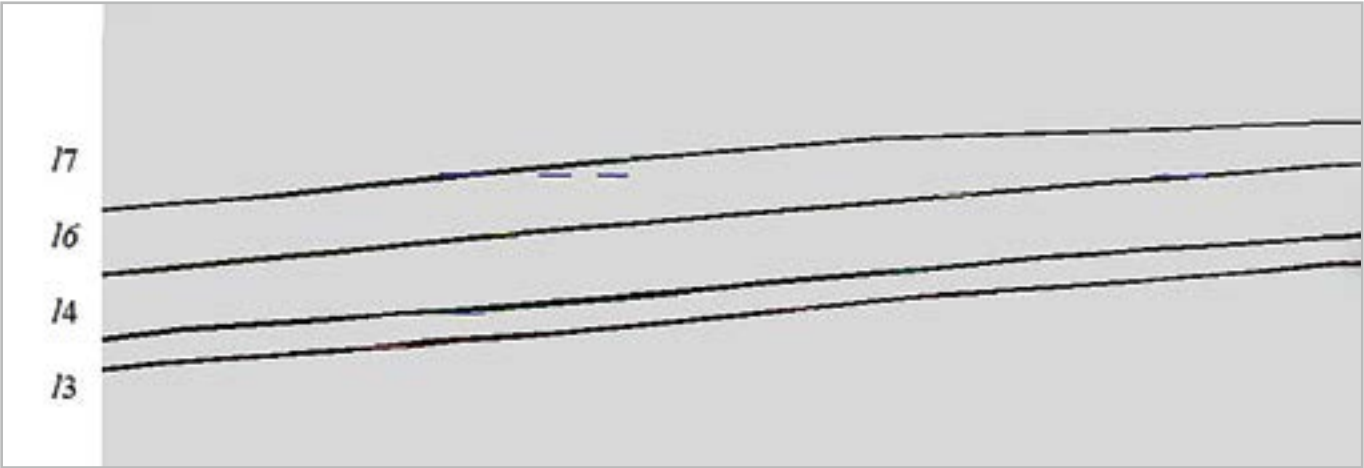


Рис. 3. Разрез месторождения

работ и потери полезного ископаемого в целиках, оставляемых для охраны основных подготовительных выработок.

В связи с вышеизложенным, для определения оптимального варианта расположения горных выработок и календарного плана при отработке сближенных пластов необходимо учитывать большое количество различных факторов. В этих условиях повышение точности и оперативности принимаемых решений может быть обеспечено на основе компьютерного моделирования.

Объектом исследования для определения разницы между фактическими сроками отработки и плановыми

является шахта «Комсомолец Донбасса», модель всей шахты представлена на рис. 2.

Построена геологическая модель угольных пластов и сеть горных выработок (рис. 2).

Построение разреза месторождения произведено в программном комплексе с использованием построенной ранее модели шахты (рис. 3).

Технология построения разреза предусматривает задание плоскости разреза. Плоскость разреза задается через указание координат X, Y, Z точки, через которую проходит плоскость разреза, и углов.

Таблица 1.

Расстояния между пластами 13 и 14 по данным геологоразведочных скважин

Номер скважины	Место взятия	Высотная отметка устья (+Z)	Отметка пересечения скважины с пластом (-Z)		Расстояние между пластами
			14	13	
У-3789	1	255,5	-681,8	-723	41,2
У-3791	2	269,7	-698,95	-744,8	45,85
У-3808	3	265,9	-613,3	-652	38,7
У-3811	4	244,3	-564,54	-598,6	34,06
У-3803	5	265,8	-613,36	-656,5	43,14
У-3792	6	263,2	-679,82	-709,3	29,48
У-3817	7	263,6	-680,56	-723,6	43,04
У-3793	8	260,8	-675,9	-712,8	36,9
У-3812	9	257,5	-623,36	-656,6	33,24
С-643	10	254,3	-561,64	-590,6	28,96
С-640	12	256,5	-674,55	-700	25,45
У-3785	14	248,8	-621,76	-647,9	26,14
С-651	15	247,3	-556,55	-588	31,45
С-202	17	241	-647,1	-682	34,9
С-654	19	237,3	-547,9	-579,5	31,6
1864	20	227	-473,99	-507,1	33,11
С-326	21	227,2	-468,2	-497	28,8
С-180	22	235,5	-437,79	-466,6	28,81
С-663	23	236,5	-372,03	-398,7	26,67
У-3796	24	235,2	-376,34	-399,9	23,56
У-3806 блок 3	27	219,3	-394,08	-432,2	38,12
У-2957 блок 3	28	215,76	-434	-473,7	39,7
У-2950 блок 3	29	219,3	-393,86	-432,2	38,34

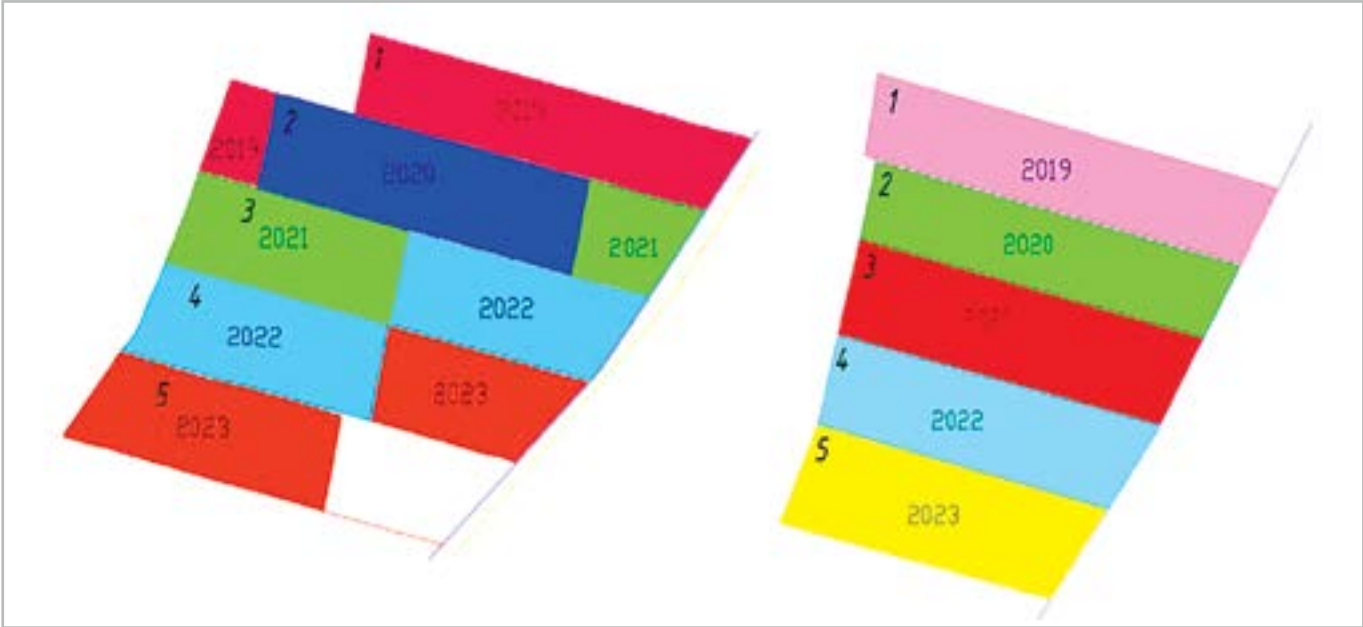


Рис. 4. Календарный план отработки пластов

Таблица 2.

Разница во времени отработки пластов

Наименование лавы	Начало отработки				Окончание отработки			
	14		13		14		13	
	месяц	год	месяц	год	месяц	год	месяц	год
1 западная лава	4	1992	2	2004	5	1995	1	2005
3 западная лава	7	1995	2	2006	10	1996	11	2006
2 западная лава	2	1997	3	2005	6	1999	12	2005
4 западная лава	1	2000	1	2007	12	2001	8	2007
5 западная лава	5	2002	4	2009	11	2003	3	2010
6 западная лава	8	2006	планировалась в 2013		3	2008		

Продолжение таблицы 2.

Наименование лавы	Разница в начале между пластами		Разница в окончании между пластами		Продолжительность		Всего	
					14	13	14	13
	месяц	год	месяц	год	год	год	общее	общее
1 западная лава		12		10	3	1	3года 2 мес	
3 западная лава		11		10	1	0	1год 4 мес	10 мес
2 западная лава		8		6	2	0		10 мес
4 западная лава		7		6	1	0	2 года	8 мес
5 западная лава		7		7	1	1	1год 7 мес	
6 западная лава					2		1год 8мес	

По данным геологоразведочных скважин были определены расстояния между пластами 13 и 14, которые представлены в таблице 1.

По данным из таблицы 1 провели расчет усредненного расстояния между пластами, которое составляет 34 м. Исходя из чего, можно сделать вывод, что пласты 13 и 14 являются сближенными.

В связи с тем, что пласт 13 на всей площади является опасным по внезапным выбросам угля и газа применяют региональную дегазацию одновременно с надработкой пласта 13 пластом 14. Опережение очистных работ нижележащего пласта вышележащим производится не менее чем на один выемочный столб. По планам горных работ определена разница в начале и в окончании отработки для 5 лав в блоке № 4 на пластах 14 и 13 (табл. 2, рис. 4).

Таким образом, исходя из выполненного анализа данных, можно сделать вывод, что отработка сближенных пластов в условиях проведения региональной дегазации пласта 13, выполняется с опережением очистных работ нижележащего пласта вышележащим не менее чем на один выемочный столб, обеспечивая эффективную защиту.

ВЫВОД

Использование компьютерного моделирования для обоснования стратегий развития угледобывающего предприятия позволяет обеспечить адекватную оценку стратегий, оперативность оценки вариантов и, соответственно, выбор варианта на основе анализа множества допустимых.

Список литературы

1. Малкин, А. С. Основополагающие методы и процедуры решения задач проектирования шахт / А. С. Малкин, В. В. Агафонов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2014.— № 11. — С. 350-353.

2. Валуев, А. М. Задача парето-оптимизации траектории на сети как метамодель многокритериального выбора проектных решений для горных предприятий / А. М. Валуев // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 11. — с. 215-223.

3. Ковалев, Н. Б. Геомеханическое обоснование рационального расположения подрабатываемых выработок при разработке сближенных пластов: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.тех.наук: 23.09.2015 / Ковалев Николай Борисович. — Тула, 2015. - 16 с. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/geomekhanicheskoe-obosnovanie-ratsionalnogo-raspolozheniya-podrabatyvaemykh-vyrabotok-pri-ra>.

4. Рогачков, А. В. Обоснование способов обеспечения устойчивости подготовительных выработок в зонах повышенного горного давления при разработке сближенных пластов: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.тех.наук: 25.11.2010 / Рогачков Антон Владимирович. — Санкт-Петербург, 2010. - 22 с. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/obosnovanie-sposobov-obespecheniya-ustoichivosti-podgotovitelnykh-vyrabotok-v-zonakh-povyyshe>.

5. Скаженник, В. Б. Система автоматизированного проектирования разработки россыпных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — М.: «Горная книга». — 2012. — № 3. — С. 150 — 152.

6. Скаженник, В. Б. Пространственная визуализация угольной шахты / В. Б. Скаженник, А. В. Балагуров // Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование в рамках II форума «Инновационные перспективы Донбасса» (ИУСМКМ — 2016): VII Международная научно-технической конференции, 26 мая 2016, г. Донецк: / Донец. Национал. техн. ун-т. — Донецк: ДонНТУ, 2016 — С. 172-175.

СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДОНОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ

Н. В. Бакаева, д.т.н., профессор^а; А. В. Калайдо, к.т.н., доцент^б

^а НИУ «Московский государственный строительный университет»,

^б ЛНР ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко»

Аннотация. Современный человек большую часть годовой дозы радиоактивного облучения получает от радона и его дочерних продуктов распада в жилых и служебных помещениях, причем проблема бытового облучения характерна как для традиционно радоноопасных регионов (Алтай, Северный Кавказ), так и для равнинных потенциально нерадоноопасных территорий. В работе представлены результаты исследования закономерностей формирования радоновой обстановки в зданиях с длительным пребыванием людей. Полученные данные позволяют утверждать, что заглубленная часть здания оказывает решающее влияние на объем поступающего из грунта радона, а радиационная безопасность здания может быть обеспечена рациональным проектированием подземных ограждающих конструкций.

Ключевые слова: радон, облучение, внутренняя среда, грунт, дочерние продукты распада.



Бакаева
Наталья Владимировна



Калайдо
Александр Витальевич

Обеспечение экологической безопасности воздушной среды зданий с длительным пребыванием людей является важнейшей научно-практической задачей строительной отрасли, поскольку в помещениях человек проводит около 7 000 часов в год. В современных зданиях неизбежно присутствует определенный набор вредных факторов физической и химической природы, среди которых наибольшую опасность здоровью человека несет действие ионизирующих излучений (радиации).

В настоящее время установлено, что большую часть годовой дозы облучения (60-75%) человек получает в закрытых помещениях от радона и его дочерних продуктов распада [1]. Еще больший вклад радоновой составляющей (до 95%) характерен для зон радиационных аномалий (Республики Алтай и Тыва, Ставропольский край) [2; 3]. Всемирной организацией здравоохранения радон по воздействию на человека отнесен к классу легочных канцерогенов, а по частоте индуцирования рака легкого он уступает только курению [4]. Но современному обществу радоновая проблема практически незнакома, более того, бытует стереотип (сформированный катастрофой на Чернобыльской АЭС), что угрозу здоровью больших групп населения могут представлять исключительно аварии на предприятиях ядерно-топливного цикла [5].

Следует заметить, что сам термин «облучение радоном» достаточно условен, поскольку более 95% дозы облучения легких формирует не сам радон, а его потомство. При распаде радона в воздухе помещений образуются короткоживущие дочерние продукты распада (ДПР), которые вследствие ионизированного состояния легко адсорбируются на частицах пыли. Эти продукты распада являются тяжелыми металлами, они попадают в легкие человека при дыхании, осаждаются в дыхательных путях, где и испытывают распад, не успевая вывестись из-за малого периода полураспада $T_{1/2}$. Значимый вклад во внутреннее облучение человека имеют продукты распада двух изотопов — радона-222 и радона-220 (торона). Основной радионуклид ^{222}Rn имеет 10 ДПР (рис. 1, а), из которых опасность для здоровья представляют лишь короткоживущие альфа-излучатели ^{218}Po , ^{214}Pb и ^{214}Bi . В семействе торона образуются еще более опасные изотопы (^{216}Po , ^{212}Pb , ^{212}Bi и ^{212}Po ; рис. 1, б), но их вклад в облучение органов дыхания редко превышает несколько процентов. Дело в том, что из-за малого времени жизни ($T_{1/2} = 54$ с) торон не способен проникать в здания извне, поэтому его источником выступают исключительно материалы ограждающих конструкций здания, в которых высокая концентрация материнского радия невозможна по причине радиационного контроля сырья в строительной индустрии.

Количественное содержание радона в воздухе выражается его эквивалентной равновесной объемной активностью (ЭРОА), единицей измерения которой является беккерель на метр кубический ($\text{Бк}/\text{м}^3$) — активность, при которой за 1 с в 1 м^3 воздуха имеет место один акт распада радона. Санитарным законодательством практически всех стран установлены предельно допустимые уровни радона в помещениях, зависящие от геофизических, климатических и других особенностей территорий, в единицах ЭРОА большинство этих уровней находится в пределах от 100 $\text{Бк}/\text{м}^3$ (ЛНР, ДНР) до 200 $\text{Бк}/\text{м}^3$ (РФ).

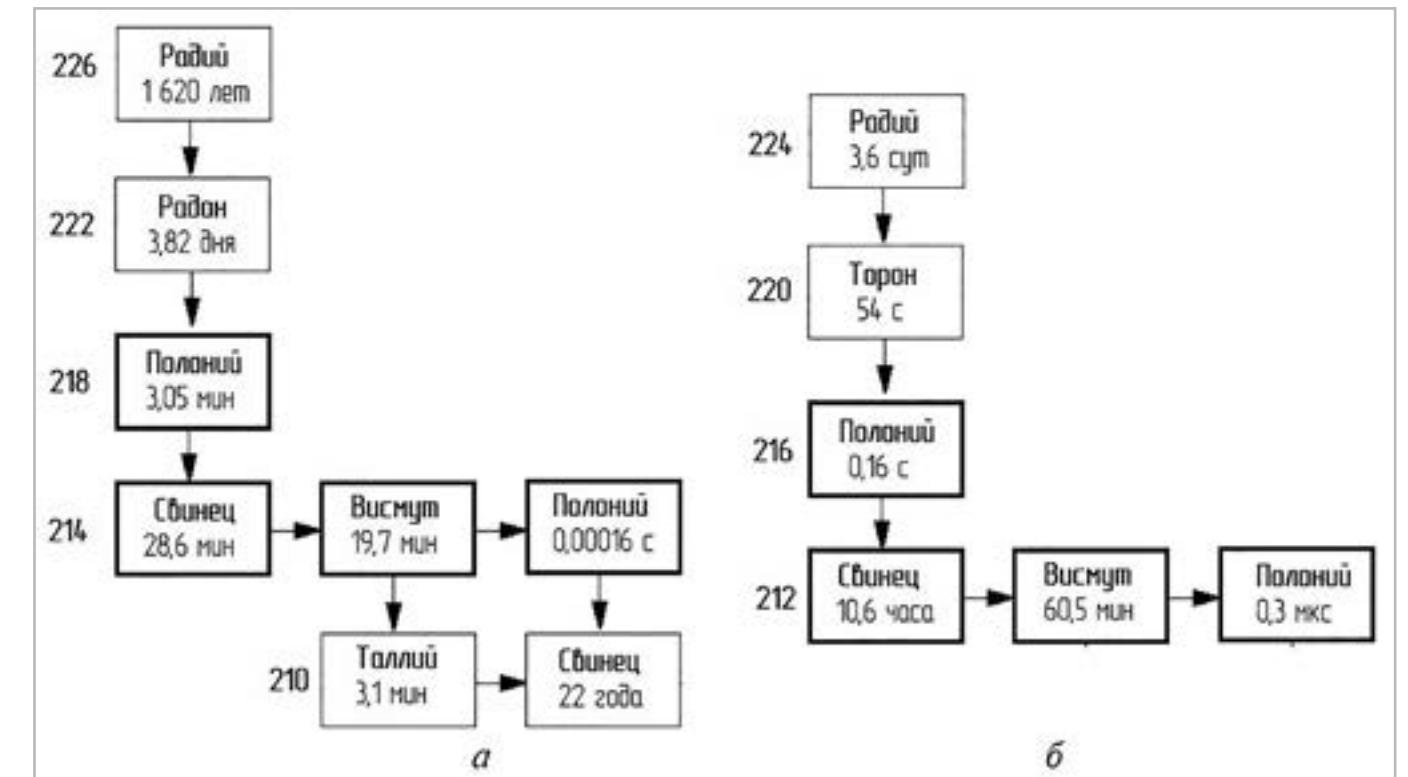


Рис. 1. Схема образования изотопов радона и их дочерних продуктов распада: а — радон-222; б — радон-220 (торон)

Кроме того, во многих странах допустимые уровни радона установлены отдельно для эксплуатируемых и строящихся зданий [6].

Облучение радоном относят к техногенно-измененному природному облучению, поскольку его источником являются естественные радионуклиды в природных и строительных материалах, а деятельность человека только создает условия для накопления радона в опасных концентрациях. На открытой местности радон безопасен независимо от содержания радионуклидов в подстилающем грунте, его активность в атмосферном воздухе редко превышает 10 $\text{Бк}/\text{м}^3$. Более того, широко известны лечебные свойства радона (радонотерапия), однако они проявляются только при строго дозированном воздействии на определенные органы и ткани, тогда как бытовое облучение радоном всегда несет ущерб здоровью человека.

Высокие уровни радона в воздухе помещений возможны только при одновременном присутствии в окрестности здания источника радона, путей и движущих сил его переноса к подземным ограждающим конструкциям, а также путей поступления непосредственно в здание. Грунт под зданием является, по сути, единственным источником поступления радона, способным обеспечить превышение установленных контрольных уровней. Вклад выделения радона из материалов ограждающих конструкций зданий (второго по мощности источника поступления) крайне редко превышает 10% от общей активности радона в воздухе помещения. Как следствие, повышенное облучение радоном чаще всего имеет место в помещениях нижнего этажа, непосредственно контактирующего с грунтовым основанием. Редкое исключение составляют случаи, когда в здании существует интенсивный перенос воздушных масс с нижнего этажа по зданию.

Поскольку до 90% радона в воздухе помещений нижнего этажа поступает из грунтового основания, то

понимание механизма переноса радона из грунта в здание имеет первостепенное значение при разработке эффективного подхода к созданию радиационно-безопасного строительного объекта. Поступление радона в здания возможно посредством конвективного и диффузионного механизмов, движущей силой диффузионного поступления является разность концентраций радона в грунтовой среде и воздухе помещения ($\Delta C_{Rn} = 10^3 \dots 10^5 \text{ Бк}/\text{м}^3$), а для конвективного переноса необходима разность давлений внутри и снаружи здания (обычно $\Delta P = 1 \dots 2 \text{ Па}$) и неплотности в подземной части его оболочки. Обычно один из этих механизмов является доминирующим, а вкладом второго можно пренебречь. Принято полагать, что в домах без монолитного фундамента или с воздухопроницаемой конструкцией пола доминирует конвекция, тогда как для зданий, построенных по современным технологиям с герметичной подземной частью из материалов с высоким сопротивлением радонопроницанию, диффузия остается единственным механизмом поступления.

Современную парадигму обеспечения радонобезопасности здания можно сформулировать следующим образом: конструкция подземной части здания должна эффективно ограничивать поступление радона из грунта, выполняя при этом основную несущую функцию. Необходимость же использования систем вентиляции для удаления избыточного радона указывает на ошибки в проектировании конструкции пола.

Исследования степени радоноопасности городского хозяйства, выполненные в последние годы в Луганске, позволяют нам утверждать, что именно конструкция пола оказывает решающее влияние на радоновую ситуацию в помещениях нижнего этажа. На рис. 2 представлены средние за период измерений (весна-осень) значения ЭРОА радона в зданиях без монолитного фундамента — в частном жилье (рис. 1, а) и одном из детских садов (рис. 1, б) наиболее

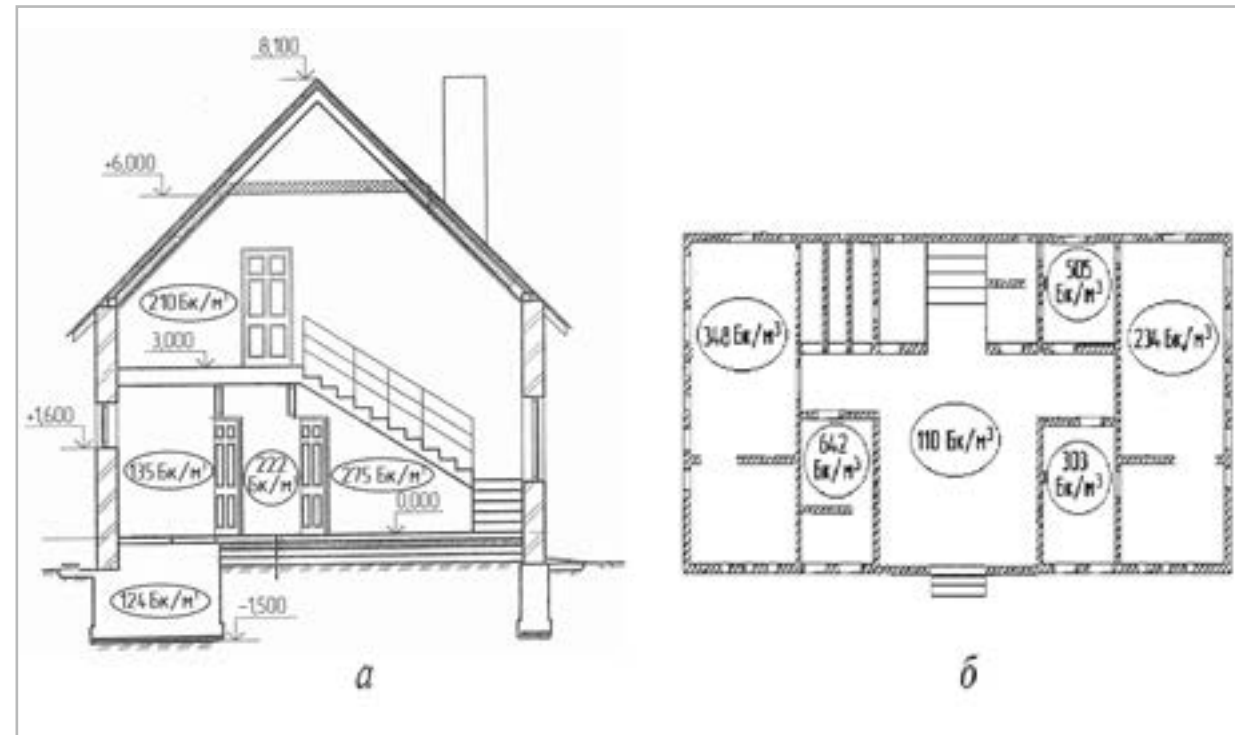


Рис. 2. Средние уровни радона в объектах исследования:
а — частный жилой дом; б — первый этаж детского ясли-сада № 57 (без подвала)

радоноопасного Каменнобродского района Луганска. Превышение установленных уровней отмечены практически для всех объектов исследования в этом районе, имевших сходную конструкцию пола. В то же время, не превышали 50 Бк/м³ уровни радона в помещениях цокольного этажа двух близлежащих школ, имеющих в основании бетонную плиту, опирающуюся на ростверк.

Выполненный в лаборатории радиационной безопасности в строительстве НИИ Строительной физики РААСН (г. Москва) гамма-спектрометрический анализ грунта, отобранного на территории детского ясли-сада, показал содержание радия в нем, близкое к среднему мировому

$$C_{Ra} = 35,0 \pm 6,8 \text{ Бк/кг},$$

при удельной эффективной активности естественных радионуклидов

$$A_{эфф} = 104,5 \pm 22,9 \text{ Бк/кг}.$$

Близкие значения C_{Ra} и $A_{эфф}$ были получены и для пробы грунта с территории частного домостроения. Таким образом, проблема повышенного облучения радоном актуальна и для равнинных территорий, сформированных грунтами со средним содержанием радия.

Очевидно, что поступление радона из грунта в здание в широком диапазоне может регулироваться конструкцией и подбором материалов фундамента. Подземная оболочка здания должна сделать невозможным наиболее интенсивное конвективное поступление и свести к минимуму диффузионное, которое является постоянно действующим. Стратегия обеспечения радоновой безопасности здания при его проектировании должна включать следующие этапы:

1. Определение радоновой нагрузки ΔA на подземные ограждающие конструкции здания. Ее можно принять равной радоновому потенциалу грунта Π_{Rn} — максимальной активности радона в грунте, которая достигается на глубине нескольких метров (в зависимости от его проницаемости)

$$\Delta A \approx \Pi_{Rn} = C_{Ra} \rho k_{эм} \quad (1)$$

где ρ — плотность грунта, кг/м³;

$k_{эм}$ — коэффициент эманирования радона грунтом.

Содержание радия в грунте и коэффициент эманирования могут быть определены при гамма-спектрометрическом анализе грунта с места закладки фундамента. Методика определения $k_{эм}$ состоит в измерении разности удельных активностей пробы сразу после отбора и после ее герметизации на время установления радиоактивного равновесия.

2. Определение предельной допустимой плотности потока радона q_n , Бк/(м²·с) из грунта через граничащую с ним конструкцию пола из уравнения радонового баланса помещения

$$\text{ЭРОА} = \frac{1,1 \cdot q_n S_n}{V(\lambda + \lambda_в)}, \quad (2)$$

где S_n — площадь граничащей с грунтом конструкции пола, м²;

V — объем помещения, м³;

λ — постоянная распада радона, с⁻¹;

$\lambda_в$ — воздухообмен в помещении, с⁻¹.

В формуле (2) ЭРОА представляет собой наперед заданное значение объемной активности радона в строящемся здании (обычно 20–40 Бк/м³). Вклад выделения радона из материалов ограждающих конструкций в (2) принят постоянным и равным 10% от его поступления через конструкцию пола (коэффициент 1,1).

3. Расчет требуемого сопротивления радонопроницанию конструкции пола R , с/м по формуле

$$q_n = \frac{\Delta A}{R}. \quad (3)$$

4. Разработка конструкции заглубленной части здания. Чаще всего радонозащитные свойства здания определяются двумя наименее радонопроницаемыми слоями конструкции пола (бетон и гидрогазоизоляция). В этом случае из уравнения сопротивления радонопроницанию двухслойной конструкции при известных характеристиках бетона и гидрогазоизоляции можно определить минимальную необходимую толщину бетонной плиты

$$R = \frac{1}{\sqrt{\lambda D_2}} \cdot ch \left(h_1 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_1}} \right) sh \left(h_2 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_2}} \right) + \frac{1}{\sqrt{\lambda D_1}} sh \left(h_1 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_1}} \right) ch \left(h_2 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_2}} \right),$$

где h_1 и h_2 — толщина бетона и гидрогазоизоляции, соответственно, м;

D_1 и D_2 — коэффициент диффузии радона в этих материалах, м²/с.

Если же гидрогазоизоляция не используется в проектируемой конструкции, то формула (4) существенно упрощается и принимает вид

$$R_{пр} = \frac{1}{\sqrt{\lambda D}} \cdot sh \left(H \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D}} \right) \quad (5)$$

где H — толщина плиты основания, м;

D — коэффициент диффузии радона в материале плиты основания, м²/с.

Определение толщины бетонной плиты при известном коэффициенте диффузии радона в бетоне по формуле (5) не представляет сложности. Следует отметить, что данная толщина не должна существенно отличаться от минимальной достаточной для реализации несущей функции (в противном случае необходимо введение второго слоя радонозащиты).

Таким образом, проведенные исследования позволяют нам сделать следующие выводы:

1. Облучение радоном в помещениях наносит значительный социальный ущерб, ухудшая генофонд населения во всех без исключения странах с умеренным климатом.

2. Практически весь радон поступает в здание из грунта в его основании через горизонтальные подземные ограждающие конструкции, поэтому ограничение поступления радона в помещения следует реализовать исключительно посредством строительных технологий.

3. Радонобезопасность здания может быть обеспечена практически на любых грунтах за счет рационального проектирования заглубленной части здания и использования в конструкции пола материалов с высоким сопротивлением радонопроницанию (железобетон и полимерные пленочные материалы).

Список литературы

1. Гулябани, Л. А. Роль радона в сфере жизнедеятельности человека [Текст] // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. — 2013. — № 4. — С. 78–82.
2. Мирончик, А. Ф. Естественные радиоактивные вещества в атмосфере и воздухе жилых помещений Республики Беларусь [Текст] // Вестник Белорусско-Российского университета. — 2007. — № 4 (17). — С. 162–71.
3. Кормановская, Т. А. Дозы природного облучения населения Сибирского Федерального Округа [Текст] // Вести МАНЭБ в Омской области. — 2013. — № 3. — С. 13–6.
4. Принципы нормирования облучения населения от естественных источников ионизирующих излучений. Публикация 39 МКРЗ [Текст]. — М. : Энергоатомиздат, 1986. — 129 с.
5. Яблоков, А. В. Миф о безопасности малых доз радиации: Атомная мифология [Текст] — М. : ООО «Проект-Ф», 2002. — 145 с.
6. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/09): Гигиенические нормативы СП 2.6.1.758-99 [Текст]. — М. : Центр санитарно-эпидемиологического нормирования гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. — 116 с.

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИИ 4.0

П. Б. Комов, к.т.н., доцент; А. Б. Комов, к.т.н., доцент; А. В. Чухаркин

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

Аннотация. Рассмотрена организационная культура автомобильного транспорта или его четвёртая составляющая условий эксплуатации, что отражает основы современной интеграции отрасли в мехатронную систему Индустрии 4.0, где базой организации технической эксплуатации призваны стать предприниматели малых и средних предприятий. Предложена схема интеграции подвижного состава автомобильного транспорта в единое информационное поле и организация бизнес-процессов систем коммерческой и технической эксплуатации, где новый экономический человек обязан обладать системотехническими компетенциями, организационные знания которых призваны основываться на положениях механики и её теории силовых потоков.

Ключевые слова: организационная культура, автомобильный транспорт, мехатронная система, предпринимательство, системная инженерия, механика, силовые потоки.



Комов
Пётр Борисович



Комов
Александр Борисович



Чухаркин
Артём Витальевич

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

«Организационная культура (ОК)» [1] — это новое научное направление организационного поведения в теории организации и важнейшая составляющая условий эксплуатации автомобильного транспорта (АТ) [2].

ОК по силе своего воздействия на отрасль является намного действенней, чем условия дорожные, климатические и транспортные, общеизвестные в теории технической эксплуатации (ТЭ) автомобилей, что достаточно убедительно продемонстрировала история — события, произошедшие на АТ в начале 90-х годов XX века [3]. Однако до сих пор ОК не получила своего должного развития в теории ТЭ, что составляет её современную проблему организации, обусловленную активной интеграцией АТ в Индустрию 4.0.

Цель статьи — формализация (выделение и позиционирование элементов и связей [4]) ОК, т.е. допущений, убеждений, ценностей и норм [5], которые призваны разделять все специалисты ТЭ в условиях новой парадигмы АТ, обусловленной Индустрией 4.0.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Главными компонентами Индустрии 4.0 являются: «кибер-физические системы (Cyber-Physical Systems — CPS)»; «Интернет вещей (Internet of Things — IoT)»; «Интернет услуг (Internet of Services)»; «умные предприятия (Smart Factory)» [6]. На АТ они составляют основу его современной информатизации или, согласно ГОСТ 7.0 99, комплекса мер, направленных на обеспечение оперативного доступа к информационным ресурсам, что:

- создаёт единую информационную среду (ЕИС), которая сегодня является электронной версией информационного поля, поддерживаемой совокупностью программно-технических средств;
- трансформирует АТ в мехатронную систему (МС) или сложную организационно-техническую систему (СОТС) (рис. 1), где, как отмечают проф. Некрасов А. Г., Атаев К. И.,

Синицына А. С., Неретин А. А. [7], модульный принцип их формирования направлен на решение важнейшей стратегической задачи поддержания необходимой вероятности поставки товаров (услуг) точно в срок на основе анализа уровней технологических рисков и состояний безопасности, что в ТЭ достигается посредством заключения контрактов жизненного цикла (КЖЦ).

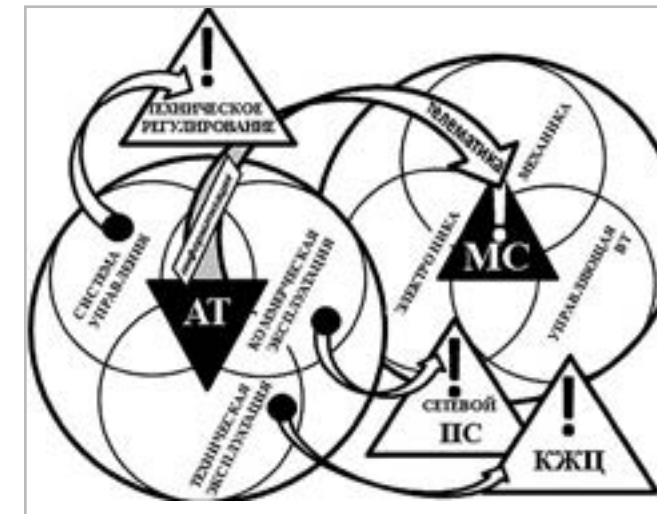


Рис. 1. Схема трансформации АТ в условиях Индустрии 4.0

В основе безопасности услуг ТЭ, как и всех товаров современного предпринимательского общества (1980 г. наши дни [8]) лежит, естественно, техническое регулирование [9], цель которого идентична цели ЕИС — создать открытый рынок услуг, доступный каждому пользователю, где ЕИС является современным инструментом доступа и представляет, прежде всего, автоматизированную информационно-аналитическую систему регулирования транспорта. Её цели и задачи определяет Транспортная стратегия Российской Федерации (РФ) на период до 2030 г., утверждённая распоряжением Правительства РФ №1032-р от 11.06.2014 г.

В ТЭ наиболее эффективной и наименее затратной комбинацией ЕИС для интеллектуального мониторинга технического состояния подвижного состава (ПС) являются, согласно исследованиям учёных Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) [10, 11], автоматические телематические системы. Они включают в себя совмещённое штатное и опционное информационно-диагностическое оборудование, встроенное в навигационно-связной комплекс, который реализует функции спутниковой навигации и в целом имеет достаточно широкий спектр вариантов организации [12, 13] — действий, процессов, структур [14].

Естественно, что выбор организации ЕИС на АТ во многом определяет уровень его ОК, где основополагающим следует признать системотехническую подготовку кадров. Примером здесь может являться Беларусь, где в 2018 г. на автотракторном факультете её национально-технического университета организована подготовка инженеров-системотехников по специальности 1-44 01 06 «Эксплуатация интеллектуальных транспортных систем на автомобильном и городском транспорте» [15]. Специальность характеризует тенденцию развития в стране системы терциарного образования [16] — это её пример оперативного отклика на потребность абсолютно

новой практики, реализуемой белорусской фирмой *Gurtam*, которая на базе спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС / *GPS* разрабатывает и реализует по всему Миру программные комплексы для оптимального управления материальными и информационными потоками транспортных систем [17].

Системотехника или системная инженерия является на АТ, согласно исследованиям Атаева К. И., Говорущенко Н. Я., Варфоломеева В. Н., Некрасова А. Г., Соколова Б. В., Туренко А. Н. [7, 18 - 25], ключом к разработке СОТС. Она у руководителей их бизнес-процессов, т.е. практики, призвана сформировать необходимые компетенции, которые, согласно исследованиям проф. Елифёрова В. Г. и Репина В. В. [26], обеспечивают предприятиям малого и среднего предпринимательства (МСП) переход к стратегическому управлению в сложных условиях нестабильной экономической ситуации.

Для его качественного осуществления необходим организованный и сознательно управляемый процесс самообучения организаций. Основа такого процесса — наличие системы (института) культурных ценностей, посредством чего человек (предприниматель) сам наилучшим образом может достичь поставленных перед МСП целей.

Система ценностей — это ограничительные рамки, придуманные людьми. Они конструируются индивидами, действия которых облегчены и ограничены ресурсами их социальных сетей. В условиях цифровой экономики эти ресурсы материализованы и представляют различные виды (вещество, поле [27]) трансформируемой друг в друга материи, что наиболее ярко выражено в самоорганизации МСП систем транспортной телематики на основе сетевого ПС 4-го уровня автоматизации.

Стержневой принцип самоорганизации — сознательный отбор всего нового, прогрессивного (кадров, технологий, техники, опыта, знаний, достижений практики и т.п.) [28]. Он обусловлен природой целесообразной человеческой деятельности и в организации бизнес-процессов означает:

во-первых, концепцию увязки моделей разного уровня (хозяин, босс, исполнитель) в рамках единого комплекта документов ЕИС, направленного на управление временем, согласно формуле бизнеса Benjamin Franklin

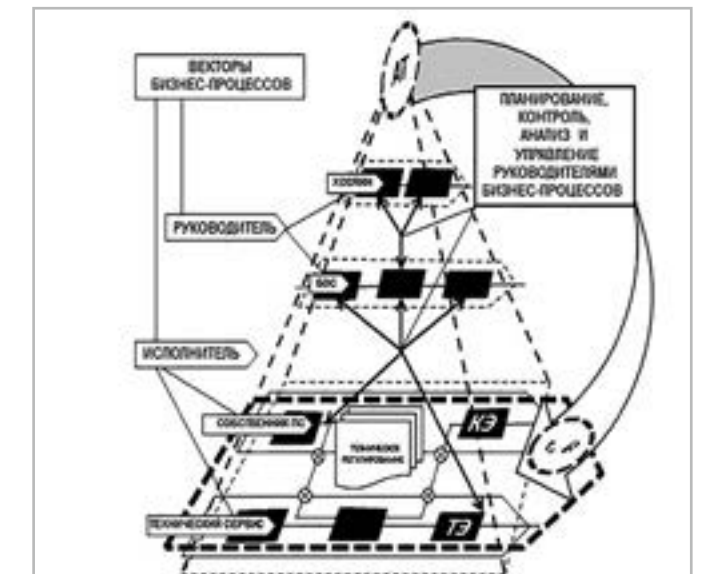


Рис. 2. Модель объёмной организации бизнес-процессов АТ в условиях ЕИС

«время-деньги» (t, P), что определяет жизненные принципы и глобальные цели МСП и графически представляет пирамиду (рис. 2 [26]), где её вершина — долгосрочные и краткосрочные планы, имеющие конкретные даты реализации для систем ТЭ и коммерческой эксплуатации (КЭ) автомобилей, а основание — их векторы бизнес-процессов;

во-вторых, описание в деятельности руководителей их функций или видов деятельности, например, менеджмента [26], что, согласно положениям теории организации [5], означает поведение (П) человека, где, исходя из формулы *Lewin* K. Z. (1), главными составляющими в современном МСП отрасли являются:

- личностные (L) качества человека как предпринимателя (Pr), т.е. его компетенции (знания, умения, навыки), обеспечивающие конкурентоспособность или возможность генерировать и воспринимать новые идеи и воплощать их в форме новых продуктов, технологий, управленческих решений;
- среда (C) или сфера (K) конкурентной борьбы предпринимателей, которую в процессе их обучения обязана моделировать (отражать) корпоративная (отраслевая) система образования, что достаточно полно формализует формула её современной методологии (M), предложенная проф. Фатхутдиновым Р. А., где системотехнические (СТ) компетенции специалистов ТЭ основываются на знаниях в сферах экономики (ε), техники (m) и управления (y), что на АТ имеет свою современную специфику (2)

$$П = f(L; C) = f(Pr; K) \quad (1)$$

$$M \rightarrow \varepsilon + m + y \rightarrow K \text{ или } CT \rightarrow \varepsilon_{\varepsilon} + Mm + Y_{\varepsilon} \rightarrow K \quad (2)$$

где CT — системотехника (системная инженерия);
 $\varepsilon_{\varepsilon}$ — экономика цифровая;
 Mm — мехатроника;
 Y_{ε} — управление знаниями (*Knowledge Management* — KM).

Выражения (1) и (2) формализуют базовые основы системы культурных ценностей нового экономического человека, формирование которого определено программными документам ЮНЕСКО — это СТ-компетенции, овладение которыми основано на парадигме генезиса организации — составе и содержании первой половины жизненного цикла

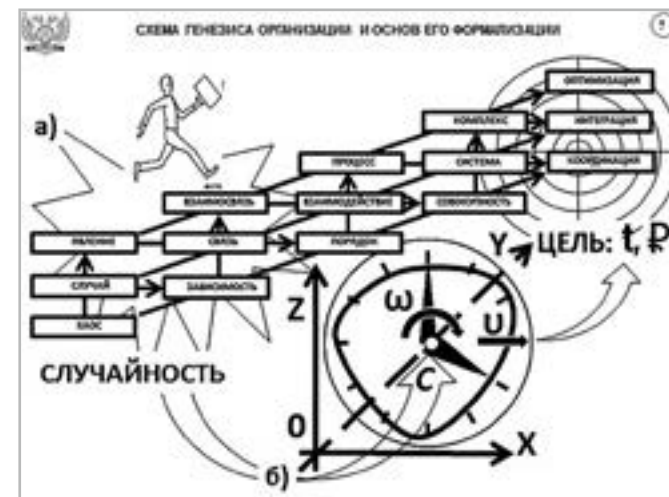


Рис. 3. Схемы генезиса ОК

(ЖЦ) систем, где обязательная последовательность стадий позволяет утвердительно говорить о ЖЦ как о механизме (от лат. *mechanizme* [4]) преобразования движения (рис. 3).

В самоорганизации МСП — это движение к цели «время-деньги» (рис. 3а) [4]. Его описание, согласно положениям классической релятивистской механики, означает представление места пространства с указанием положения и скорости для каждого момента времени [27], что формирует условный комплекс, в состав которого входят (рис. 3б):

- две абстракции механики, либо материальная, либо геометрическая точка C [29] и её две формы движения: прямолинейное (линейное) v ; вращательное ω ;
- система отсчёта [27], т.е. наличие 3-х масштабных линеек декартовых координат ($0, X, Y, Z$), с синхронизированными часами в их узле, что сегодня демонстрируют системы реализации навигационных вычислений ГЛОННАС/GPS и др., где для определения расстояния до спутников используют атомные часы, синхронизированные с системным временем [30, 31].

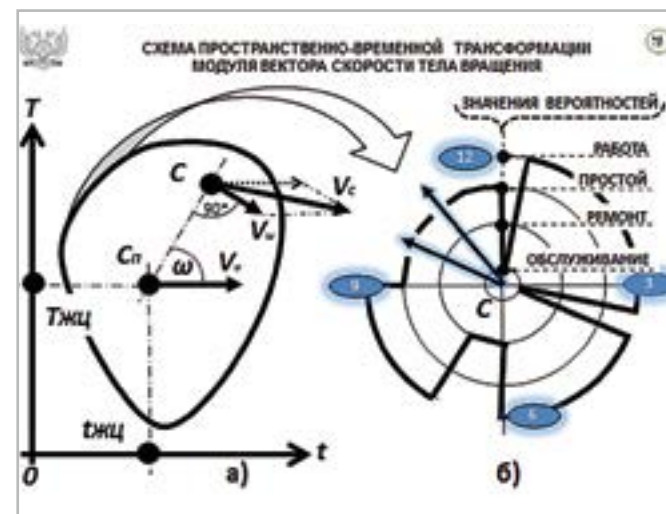


Рис. 4. Схема пространственно-временной трансформации вектора генезиса организации

В соответствии с чем, для АТ предложена плоскопараллельная модель генезиса организации ЖЦ его систем — это поступательно-вращательное движение геометрической точки C , т.е. любого из структурных элементов (управление, ТЭ, КЭ), подлежащего организации, выбор которого (размещение и описание в плоскости) определяют условия решаемой задачи (рис. 4 а).

Здесь поступательное движение геометрической точки описывает любой процесс ЖЦ в системе его планирования или условное движение спектра характеристик T целевого показателя бизнес-процессов сверху вниз (по уровням функционирования (см. рис. 2 [26]), что демонстрирует перемещение полюса C_{II} материального тела во времени t .

Тогда функция $T = f(t)$ отражает на АТ, например, в плоскости задач ТЭ последовательность появления спектров состояний ПС, т.е. теоретических или планируемых времён T , формируемых стратегиями и тактиками ТЭ, для разных уровней выполнения работ технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) — предприятие технического сервиса, регион и др., что характеризует модуль T этих бизнес-процессов, т.е. время операции, смены, рабочего дня и т.п. Например, в гибких производственных

системах это классифицируется как микро-, мезо-, макро-, мега-процессы [32]. Соответственно, в плоскости КЭ ими могут быть требования трансфинпланов или др. документов бизнес-планирования, что в этих и подобных им моделях отражает вектор скорости (V_0).

Вращательное движение геометрической точки C (вокруг полюса C_{II}) характеризует систему управленческой отчётности или практику АТ [26] — это вектор скорости (V_0) точки C во времени t , что для ПС означает перечень его состояний (работа, ремонт, обслуживание, др.) для планируемых уровней (исполнитель, босс, хозяин, регулирование посредством частно-государственных региональных навигационно-информационных центров, др.), где их отражением является целевой показатель T .

Результат плоскопараллельного движения геометрической точки — это суммарный вектор скорости $V_C = V_0 + V_v$, модуль которого является отражением целевого параметра ЖЦ организации, например, количества работ ТО и Р или их времён, а также времён простоев ПС в ЖЦ, характеризуемом параметром T , что:

- позволяет сформировать диаграммы вероятностей состояний ПС в исследуемых организациях (рис. 4б) и является:
 - а) формализацией генезиса организации в виде плоскопараллельного вращательно-поступательного движения геометрической точки;
 - б) исходной «инженерной записью» компонент ОК на АТ и основ определения их содержательного смысла в цепи последовательных системотехнических преобразований: «модель общесистемная → модель системная → модель конструктивная».

В соответствии с чем, в условиях технологий Индустрии 4.0 и, соответственно, трансформации АТ в связующие потоки тел МС — управляющая вычислительная техника, электроника, механика (рис. 1), основой формирования общесистемной системотехнической модели ОК определена теория силового потока (СП). Сегодня она широко используется в проектировании/планировании систем технических, производственных, социальных и др., где всякое движение (физическое, биологическое или социальное) обладает энергией.

Энергию излучают потоки материи, что, согласно закону и принципу сохранения энергии (общему принципу природы), позволяет в совокупности с принципом равновесия представить потоки АТ как СП.

ВЫВОДЫ

Индустрия 4.0, как спектр абсолютно новых технологий, требует от системы технической эксплуатации АТ системотехнической подготовки её предпринимателей. Они призваны обеспечить как максимальное получение прибыли, так и безопасность своих услуг на основе компетенций нового экономического человека, где приоритет в организации бизнеса отдан инженерным знаниям, направленным на эффективное использование непротиворечивого представления системы и окружающей её среды в изначально несовместимых между собой организационно-технических системах «расширенной организации».

Список литературы

1. Смирнов, Э. А. Основы теории организации: Учеб. пособие для вузов [Текст] / Э. А. Смирнов — М.: Аудит, ЮНИТИ, 1998. — 375 с.

2. Говорущенко, Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / Н. Я. Говорущенко — Х.: Вища школа, 1984. — 312 с.
3. Волков, В. П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем / В. П. Волков, В. П. Матейчик, О. Я. Никонов, П. Б. Комов, И. В. Грицук, Ю. В. Волков, Е. А. Комов [Текст] — Донецк: Изд-во «Нолудж» (донецкое отделение). 2013. — 400 с.
4. Латфуллин, Г. Р. Теория организации: Учебник для вузов [Текст] / Г. Р. Латфуллин, А. В. Райченко. — СПб.: Питер, 2003. — 400 с.
5. Ньюстром, Дж. В. Организационное поведение / Перевод с англ. Под ред. Ю. Н. Каптуревского [Текст] / Дж. В. Ньюстром, К. Дэвис — СПб: Издательство «Питер», 2000. — 448 с.
6. Бойков, В. Н. Геоинформационные системы автомобильных дорог [Текст] / В. Н. Бойков, А. В. Сковрцов // Дороги России. Цифровая экономика — новая парадигма развития государства — 2017. — специальный выпуск № 1. - С. 45-52.
7. Некрасов, А. Г. Системная инженерия и цифровые технологии на транспорте (цифровая трансформация): учебное пособие [Текст] / А. Г. Некрасов, К. И. Атаев, А. С. Синицина, А. А. Неретин — М.: Технополиграфцентр, 2019. — 155 с.
8. Шеткин, Г. В. Управление бизнесом: Экспресс-курс для деловых людей [Текст] / Г. В. Шеткин. — К.: МЗУУ, 1994. — 104 с.
9. Комов, П. Б. Совершенствование технической эксплуатации автомобилей на основе организации технического регулирования / П. Б. Комов, А. П. Комов, Е. А. Комов [Текст] // Сборник научных трудов «Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта» — М.: МАДИ (ГТУ), 2017. С. 93-103.
10. Ахмедов, Д. Н. Принципы определения статусов неисправностей в телематической системе контроля технического состояния автомобилей в реальном времени / Д. Н. Ахмедов [Текст] // Сборник научных трудов «Научные аспекты развития транспортно-телематических систем» — М.: МАДИ (ГТУ), 2010. С. 165-180.
11. Ахмедов, Д. Н. Система ТО и ремонта «по состоянию»: возможности, задачи и перспективы внедрения / Д. Н. Ахмедов, С. В. Жанказиев [Текст] // Сборник научных трудов «Научные аспекты развития транспортно-телематических систем» — М.: МАДИ (ГТУ), 2010. С. 209-217.
12. Комов, А. Б. Организация технической эксплуатации автомобилей на основе CALS-концепции / А. Б. Комов, П. Б. Комов, П. Л. Субботин [Текст] // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. — Донецьк: ДААТ. — 2017. №. С. 37-43.
13. Комов, А. Б. Новая концепция организации технической эксплуатации автомобилей / А. Б. Комов, П. Б. Комов, П. Л. Субботин [Электронный ресурс] // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса: сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции 25 мая 2017 года / Министерство образования и науки ДНР и др. — Донецк: ДАТ, 2017 С. 34-37.
14. Рогожин, С. В. Теория организации: Учебное пособие [Текст] / С. В. Рогожин, Т. В. Рогожина. — М.: Издательство «Экзамен», 2003. -320 с.
15. Внимание, Абитуриент! В 2018 г. на АТФ новая специальность! [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://>

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ РЕИНТЕГРАЦИИ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И КОМПЛЕКСОВ НЕДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА (НА ОСНОВЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА). ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛОФТА

И. М. Лобов, к.т.н., доцент; А. Э. Ступина

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

Аннотация. В данной статье рассматриваются актуальные направления архитектурной реинтеграции зданий, сооружений и комплексов недействующих предприятий Донецкого региона, с точки зрения градостроительной предпосылки формирования лофта. Лофт (англ. loft — «чердак») — архитектурный стиль, сформированный в период 20-21 века в Нью-Йорке, применим к оформлению интерьера жилых и офисных помещений чердачного типа. Стилю лофт характерны необработанные кирпичные и бетонные стены, металлическая или деревянная мебель. Так же лофт — это переоборудованное под жильё помещение заброшенной фабрики или другого здания промышленного назначения. Проблема промышленных территорий, оказавшихся в городской черте, существует во многих развитых странах. Европейское решение, реализуемое в последние десятилетия, — кардинальное преобразование промышленных зон или вывод их за пределы городов.

Ключевые слова: лофт, градостроительство, реинтеграция зданий, промышленные предприятия.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В промышленных регионах пока не уделяется должного внимания данной проблематике. Особенно это относится к вопросам комплексного решения проблем промышленных территорий с объектами, примыкающими к центральной части города, а также исследованию вопросов, связанных с влиянием промышленных объектов на формирование архитектурно-пространственной композиции города.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ПУБЛИКАЦИЙ

В последнее время достаточно часто поднимается вопрос о переоборудовании промышленных объектов под другую функцию, такую как жильё, торговые центры, офисные здания и так далее. Эти вопросы поднимаются в статьях Пономаревой Л. П., Власова А. В.

ЦЕЛИ

Целью статьи является обоснование градостроительных предпосылок формирования лофта.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Реинтеграции зданий, сооружений и комплексов нефункционирующих промышленных предприятий Донецкого региона — одна из наиболее актуальных проблем современного этапа развития его территории¹. Обусловлено это реорганизацией промышленности региона, сопровождающейся полным или частичным закрытием предприятий в современных геополитических условиях.

Архитектурно-градостроительные аспекты реинтеграции зданий и сооружений данного типа играют основную роль в полном комплексе мер по освоению и возвращению в архитектурно-градостроительный обиход территорий, зданий и сооружений нефункционирующих предприятий. Эти меры — составная часть разработки генеральных планов городов региона, важным резервом развития которых являются территории таких предприятий².

¹ Наумец, С. С. Основные аспекты формирования генеральной схемы развития территории Донецкой Народной Республики на период 2019-2039 гг. [Текст] / С. С. Наумец, Л. В. Семченков // Строитель Донбасса № 1-2019. - Макеевка, 2019. - С. 4-11.

² Генеральный план города Донецка на период до 2031 г. [Текст] / УГНИИПГ «Діпромісто». — Киев, 2008. — 41 с.

- times.bntu.by/faculties/770-vnimanie-abiturient-v-2018-g-na-atf-novaya-specialnost.
16. Бром, А. Е. Проектирование комплекса интегрированной логистической поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции / А. Е. Бром // Вестник Волжского университета имени В. Н. Татищева № 1 (23) 2015. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-kompleksa-integrirovannoy-logisticheskoy-podderzhki-zhiznennogo-tsikla-naukoe-mkoj-produktsii>.
17. Система Wialon. Решения для GPS и ГЛОНАСС мониторинга автотранспорта [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-kompleksa-integrirovannoy-logisticheskoy-podderzhki-zhiznennogo-tsikla-naukoe-mkoj-produktsii> <https://www.glo-mos.ru/wialon.html>.
18. Говорущенко, Н. Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) [Текст] / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко // В двух частях. Часть 1. — Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. — 255 с.
19. Говорущенко, Н. Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) [Текст] / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко // В двух частях. Часть 2. — Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. — 219 с.
20. Говорущенко Н. Я. Экономическая кибернетика транспорта [Текст] / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев — Харьков: РИО ХГАДТУ, 2000. — 218 с.
21. Говорущенко, Н. Я. Техническая кибернетика транспорта. Учебное пособие Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. — Харьков: ХГАДТУ, 2001. — 271 с.
22. Говорущенко, Н. Я. Системотехника проектирования транспортных машин. Учебное пособие [Текст] / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко — Харьков: ХНАДУ, 2002. — 166 с.
23. Говорущенко, Н. Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчётные методы исследований): монография [Текст] / Н. Я. Говорущенко. — Харьков: ХНАДУ, 2011. — 292 с.
24. Некрасов, А. Г. Система управления жизненным циклом (трансформация в цифровую инфраструктуру): учебно-методическое пособие [Текст] / А. Г. Некрасов, Б. В. Соколов, К. И. Атаев — М.: Технополиграфцентр, 2017. — 155 с.
25. Некрасов, А. Г. Процессы жизненного цикла систем (трансформация в цифровую индустрию): учебное пособие [Текст] / А. Г. Некрасов, М. М. Стыскин, К. И. Атаев — М.: МАДИ, 2018. — 127 с.
26. Елиферов, В. Г. Бизнес-процессы: Регламентация и управление: Учебник. [Текст] / В. Г. Елиферов., В. В. Репин — М.: ИНФА-М, 2006. — 319 с.
27. Савельев, И. В. Курс общей физики: Учеб. пособие: Для втузов. В 5 кн. Кн. 1. Механика [Текст] / И. В. Савельев. — М.: Наука. Физматлит. 1998. — 336 с.
28. Баранников, А. Ф. Теория организации: Учебник для вузов [Текст] / А. Ф. Баранников — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. — 700 с.
29. Антонов, А. С. Силовые передачи колёсных и гусеничных машин. Теория и расчёт / А. С. Антонов — Л.: Машиностроение, 1975. — 480 с.
30. Мигаль, В. Д. Средства информационных систем автомобиля: справ. пособие [Текст] / В. Д. Мигаль — Харьков: Майдан, 2012. — 444 с.
31. Мигаль, В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справочное пособие в 6 томах. Том 4. Средства диагностирования (книга 1) [Текст] / В. Д. Мигаль — Х.: Из-во Майдан, 2012. — 596 с.
32. Медведев, В. А. Технологические основы гибких производственных систем: Учеб. для машиностроит. спец. Вузов [Текст] / В. А. Медведев, В. П. Вороненко, В. Н. Брюханов и др.; Под ред. Ю. М. Соломенцева. — 2-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 2000. — 255 с.



Лобов
Игорь Михайлович



Ступина
Ангелина Эдуардовна



Рис. 1. Общий вид нефункционирующих предприятий г. Донецка и г. Макеевки: а — ДМЗ, г. Донецк; б — ДонВентЗавод, г. Донецк; в — ДонецкСталь, г. Донецк; г — Завод коксохим. оборудования, г. Донецк; д — ЧАО «Макеевкокс», г. Макеевка; е — Макеевский метал. завод, г. Макеевка; ж — Макеевский завод шахтной автоматики; з — СКИФ, г. Макеевка

Так, генеральным планом города Макеевки до 2031 г. предусмотрено архитектурно-градостроительное освоение территорий закрытых предприятий, в том числе ММЗ им. С. М. Кирова, предприятий машиностроения, угольных шахт и их структурных подразделений и др. (рис. 1).

Одно из наиболее популярных направлений современной архитектурно-градостроительной и ландшафтной реинтеграции комплексов нефункционирующих промышленных предприятий — создание на их основе жилых образований. В современных условиях Донецкого региона данное направление реинтеграции зданий и сооружений нефункционирующих предприятий получило развитие в рамках разработки концепции создания социального жилья и восстановления объектов инфраструктуры на территориях, пострадавших от военных действий^{3 4} и связано с реализацией государственных программ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Донецкой Народной Республики⁵, с программой проведения приоритетных научных исследований подразделений ГОУ ВПО «ДОННАСА»^{6, 7} с практической деятельностью и планами ведущих региональных учреждений⁸.

Важное место в этой работе занимает изучение и исследование возможностей адаптации международной архитектурной практики в этой сфере к специфическим региональным условиям Донецкого региона.

Апартаменты в бывшем индустриальном здании, известные как лофт, уже полвека, считающиеся самым актуальным и современным форматом жилья, пришли и в нашу страну. Огромное помещение, не скрывающее своего прошлого, старая (нередко состаренная искусственно) кирпичная кладка, стекло, металл. Такой дом не назовешь уютным гнездышком. Это статусное жилье, говорящее о том, что его хозяин идет в ногу со временем. Проекты презентуются как дома, которые будут выдержаны в индустриальном формате.

³ Научно-исследовательская работа ГОУ ВПО «ДОННАСА» Д-1-01-17 «Разработка концепции создания социального жилья и восстановления объектов инфраструктуры на территориях, пострадавших от военных действий» (2017-2018 гг., гос. рег. № 0117 D 000217).

⁴ Бенаи, Х. А. Программа разработки концепции создания фонда социального жилья в Донецком регионе / Х. А. Бенаи, Е. А. Гайворонский // Современное строительство и архитектура. Энергосберегающие технологии: Сб. докладов VIII Республиканская научно-практ. конф. (с международным участием). Научное издание: 24 ноября 2016 г. — Бендеры: Изд-во БПФ ПГУ им. Т. Г. Шевченко, 2017. — С. 75-79.

⁵ «Программа развития жилищно-гражданского строительства на территории Донецкой Народной Республики на период 2018 — 2023 годы», «Генеральная схема развития территории Донецкой Народной Республики» и др.

⁶ НИР кафедры «Архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды» К-2-01-16 «Архитектура и градостроительство Донецкого региона в современных условиях развития (2016-2020 гг., гос. рег. № 0117 D 000257).

⁷ НИР кафедры «Градостроительство и ландшафтная архитектура» К-2-03-19 «Архитектурно-градостроительная деятельность, градостроительство, ландшафтная и садово-парковая архитектура в городах Донецкой Народной Республики» (2019-2024 гг.).

⁸ Научно-исследовательский и проектный институт «Донецкий ПромстройНИИпроект»; государственное предприятие «Донецкий региональный проектный институт «Донецкпроект»; коммунальное предприятие «Управление генерального плана г. Донецка», управления градостроительства и архитектуры городов Донецка, Макеевки и др.

Современная архитектурно-градостроительная реинтеграция нефункционирующих промышленных объектов путем преобразования их в жилье имеет ряд достоинств:

- комплексная реинтеграция нефункционирующих территорий путем формирования лофт-объектов с повышением эффективности их использования
- оптимизация экологической ситуации путем ликвидации промышленных зданий
- решение проблемы нехватки жилья
- улучшение архитектурно-пространственной характеристики городской среды.

Ссылаясь на статистические исследования рассматриваемого направления, предлагается разработать универсальную методику организации лофта на основании объектов легкой промышленности. Необходимость развития данного направления определяется рядом следующих проблем:

1. недействующие или частично действующие объекты легкой промышленности;
2. отсутствие развития общего облика городской среды под давлением нефункционирующих промышленных предприятий в случаях, когда промышленные территории формируют городскую застройку;
3. наличие депрессивной, гомогенной среды, где монотонная застройка кварталов и районов однообразными зданиями с фасадами, плоскость которых являет собой бесчисленное повторение одного и того же типового элемента;
4. проблемы социально-демографического характера в условиях существующей проблемы массовых разрушений и безработицы.

Наиболее важными градостроительными факторами представляются: местоположение и размеры участка строительства, условия зрительного восприятия отдельного дома или комплекса, морфологические и архитектурно-художественные особенности окружающей застройки и ее функциональная структура. Все они активным образом влияют на формирование жилых зданий и застройки.

Целый ряд промышленных предприятий и зон утратили свое хозяйственно-экономическое значение под влиянием научно-технического прогресса, что привело к сокращению площадей территорий предприятий и санитарно-защитных зон. Это стало важным резервом для организации больших фрагментов и планировочных структур на территории крупных и крупнейших городов. Влияние промышленной архитектуры на формирование архитектурно-пространственной композиции крупного города недооценивалось ранее, так как промышленные объекты размещались чаще всего за городской чертой или в непрестижных, отдаленных его районах.

Сегодня же многие промышленные предприятия, размещенные ранее вне города, оказались в его границах, а некоторые даже находятся в центральной части города, что подчеркивает актуальность темы.

Проблема современной архитектурно-градостроительной реинтеграции нефункционирующих промышленных территорий, оказавшихся в городской черте, существует во многих развитых странах мира. Европейское решение, реализуемое в последние десятилетия, — кардинальное преобразование промзон или вывод их за пределы городов. Освобожденные участки развиваются на основе кластерного принципа (так называемого

mixed-use), обеспечивающего сочетание бизнеса, науки и производства. В итоге индустриальные площадки превращаются в высокотехнологичные, экологически чистые производства, технопарки или жилые кварталы, общественные и зеленые зоны. Промышленные предприятия и связанные с ними объекты независимо от ведомственной принадлежности размещаются в городских промышленных районах — обособленных планировочных образованиях, входящих в состав промышленной зоны города.

В современных городах почти не осталось свободных территорий, которые могли бы использоваться для размещения новых объектов, выполняющих жилищную функцию. Вторичное использование старых нефункционирующих промышленных зданий с последующей ревитализацией окружающего пространства может стать одним из основных средств решения противоречий, сложившихся в городской среде.

Организация современных архитектурных комплексов на территории бывших промышленных предприятий позволит одновременно решить несколько проблемных вопросов в процессе жизнедеятельности города. Эти вопросы, в конце концов, сводятся к гармонизации трех составляющих: экономики, экологии и эстетики.

Реорганизация действующих промышленных предприятий, адаптация, реновация производственных объектов поможет организовать эффективное с экономической точки зрения использование бывших промышленных территорий, особенно расположенных в центральном планировочном районе города.

Критериями выбора промышленных территорий для реорганизации являются:

- расположение в структуре города (центральный планировочный район или периферия города) — влияет на условия доступности и художественно-архитектурный образ города;
- площадь санитарно-защитной зоны — рекреационный потенциал территории промышленного предприятия;
- экономическая эффективность предприятия — целесообразность вынесения за пределы центрального планировочного района или города;
- класс вредности промышленного предприятия — влияние на экологическую ситуацию.

Выделяется два основных направления, по которым происходит реинтеграция нефункционирующих промышленных зданий и сооружений, их комплексов:

- комплексная реновация городской среды — создание генерального плана развития города и организация нескольких ландшафтно-рекреационных объектов на территориях бывших промышленных предприятий или их земель (транспортные развязки, доки, прирельсовые территории);
- реновация отдельных объектов в структуре города.

Положительным является то, что промышленные здания могут быть достаточно легко переоборудованы под функции, которые на сегодня пользуются наибольшим спросом и являются актуальными с позиции организации объектов бизнеса, торговли, спорта либо развлечений. Однако адаптация промышленных зданий не может решить проблему в целом, поскольку территория промышленного предприятия — это еще и большая по площади территория. Площадь территорий санитарно-защитных зон

предприятий, которая на сегодняшний день значительно сократилась в силу использования современных технологий. Использование территорий санитарно-защитных зон действующих промышленных предприятий для формирования естественной составляющей архитектурно-ландшафтной среды города — это путь к существенному улучшению экологической ситуации в крупных городах. Такой подход позволит значительно увеличить площадь экологически чистых зон, зеленых территорий в структуре городов и, таким образом, уменьшить уровень загазованности атмосферного воздуха и площадь зон шумового дискомфорта [4].

При реконструкции реинтегрируемых зданий и сооружений используется метод интеграции, что представляет собой врезку дополнительных элементов и структур в существующую конструкцию здания. Этот метод позволяет создать на основе старого здания совершенно иную объемно-пространственную композицию путем введения новых и появления свежих, либо усиления существующих нынешних доминант, пристройки современной входной группы или новых лестниц (например, эвакуационных) и др. Здесь же характерны разного рода выносные конструкции, которые могут позволить усилить композицию фасада и связать его с окружением. Возможно использование универсальных приемов реконструкции зданий и сооружений. Этот же метод применим при реконструкции близлежащей жилой застройки — надстройки мансард, пристройки новых объемов, а также применение средств и приемов монументально-декоративной организации. А в качестве наполнения среды могут появиться, например, своего рода конструкции-скульптуры. Исходя из этого, можно утверждать, что выбранный при проектировании метод реконструкции фасадов завода может оказать значительное влияние как на внешний облик самого здания завода, так и на его окружение. Следовательно, уже на этапе эскиза необходимо рассматривать каждый из перечисленных методов реконструкции для большего охвата возможных вариантов решений фасадов.

Современная архитектурно-градостроительная реинтеграция нефункционирующих промышленных объектов в структуре городской застройки путем их переоборудования под жилые функции сопровождается методом реорганизации промышленного объекта и его расположение внутри городского пространства, что является основным критерием формирования жилья в структуре города и организацией основных связей между функциональными зонами, такими как, зоны торговли, культурно-просветительские зоны, зоны обслуживания и здравоохранения. При этом необходимо рассмотреть неизбежное уплотнение жилой застройки, что должно происходить без ущерба качеству среды проживания.

Объекты с лофт-апартаментами могут появляться в Донецке, так как возможен спрос на такой формат и это формат не нового строительства, а случай, когда апартаменты возводятся на базе существующих зданий заводов и фабрик, проблем возникает меньше, чем при возведении нового жилья.

ВЫВОДЫ

В Донецком регионе значительная концентрация промышленных предприятий и зон, которые потеряли свое хозяйственно-экономическое значение под влиянием научно-технического прогресса, изменений экономической

конъюнктуры, ужесточения экологических требований. Это — важный резерв для организации новых планировочных структур крупных и крупнейших городов региона, для формирования новой застройки на этой территории.

Дефицит участков под застройку, ухудшающаяся с каждым годом экология города вынуждает искать выход из ситуации путем реорганизации производств, а также вывода промышленных зон за территорию города. Ликвидация промзон вызывает много конфликтов. Инвесторам нужно место под строительство, городу — сохранение рабочих мест, а предприятиям — сохранение своего бизнеса. Необходимо сохранить разумный баланс интересов всех заинтересованных сторон и найти пути решения проблем, возникающих при реорганизации промышленных территорий, определить основные ошибки при реновации предприятий, выявить преимущества и недостатки реализованных проектов на практических примерах, рассмотреть эффективные пути минимизации рисков при перебазировании производства, создать платформу для обмена опытом специалистов. Целесообразность реновации, внедрения новых альтернативных функций на промышленных территориях обуславливают социальные, экономические, экологические, психологические, исторические и эстетические факторы.

При отказе от промышленного использования территории улучшается также экология городской среды. Строительство и создание на освобождаемых от промышленной застройки территориях объектов, насыщенных общественными, жилыми, развлекательными и коммерческими функциями немаловажно как для экологии, так и для бюджета города, с целью привлечения дополнительных инвестиций.

В промышленных регионах пока не уделяется должного внимания данной проблематике. Особенно это относится к вопросам комплексного решения проблем промышленных территорий с объектами, примыкающими к центральной части города, а также исследованию вопросов, связанных с влиянием промышленных объектов на формирование архитектурно-пространственной композиции города.

Список литературы

1. Бенаи, Х. А. Программа разработки концепции создания фонда социального жилья в Донецком регионе / Х. А. Бенаи, Е. А. Гайворонский // Современное строительство и архитектура. Энергосберегающие технологии: Сб. докладов VIII Республиканская научно-практ. конф. (с международным участием). Научное издание: 24 ноября 2016 г. — Бендеры: Изд-во БПФ ПГУ им. Т. Г. Шевченко, 2017. — С. 75-79.
2. Генеральный план города Донецка на период до 2031 г. [Текст] / УГНИИПГ «Діпромісто». — Киев, 2008. — 41 с.
3. Наумец, С. С. Основные аспекты формирования генеральной схемы развития территории Донецкой Народной Республики на период 2019-2039 гг. [Текст] / С. С. Наумец, Л. В. Семченков // Строитель Донбасса № 1-2019. — Макеевка, 2019. — С. 4-11.
4. Ильченко, Д. М. Сучасний стан зеленої зони м. Донецька: проблеми й шляхи їх розв'язання. — ПОЛІТ: Збірник тез X міжнародної наукової конференції студентів та молодих учених. (Київ, 7-9 квітня 2010 р) — К.: НАУ, 2010. — Т. 4. — С. 342.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Планируемый к изданию 12-й номер научно-практического журнала «Строитель Донбасса» будет включать статьи и сообщения, в которых излагаются результаты исследований и разработок по направлениям:

СТРОИТЕЛЬСТВО

- теория расчета строительных конструкций;
- работа материала в составе конструкции, работа материала в условиях хрупкого разрушения, при циклических воздействиях и т.п.;
- проблемы формообразования и оптимальное проектирование зданий и сооружений;
- нагрузки и воздействия на конструкции, здания и сооружения;
- экспериментальные исследования строительных конструкций;
- изготовление строительных конструкций;
- теоретические основы надёжности конструкций зданий и сооружений;
- обеспечение и прогнозирование эксплуатационной надёжности уникальных сооружений;
- техническая диагностика и мониторинг конструкций зданий и сооружений;
- теория формирования и совершенствования строительных технологий;
- анализ технологических процессов при возведении, реконструкции, усилении, восстановлении строительных объектов;
- системы комплексных строительных технологий при возведении зданий, сооружений и инженерных сетей;
- организация и управление строительным производством при возведении, реконструкции, усилении, восстановлении строительных объектов;
- технология и организация эксплуатации зданий и сооружений промышленных предприятий и инженерных сетей;
- технология и организация ведения работ при демонтаже (разборке) зданий и сооружений;
- анализ эффективности применения основных строительных машин и механизмов при осуществлении строительно-монтажных, реконструктивных и демонтажных работ;
- строительные материалы.

ИНЖЕНЕРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

- интенсификация процессов биологической очистки городских сточных вод;
- современные экологически безопасные технологии обработки осадка, инновационные подходы к разделению иловых смесей в биологических реакторах;
- повышение эффективности работы систем подачи и распределения воды;
- оптимизация режима работы теплогенерирующего оборудования систем теплоснабжения;
- использование низкопотенциальной теплоты в системах тепло- и холодоснабжения;
- энергосбережение в системах отопления, вентиляции и кондиционирования;
- обеспечение безопасности строительных объектов при возникновении ЧС техногенного характера;
- изучение методов предотвращения обрушения строительных объектов при катастрофах;
- повышение надежности систем городского хозяйства;
- развитие транспортных систем населенных пунктов;
- комплексная реконструкция территорий промышленных предприятий региона
- электротехника и автоматизация в строительстве.

АРХИТЕКТУРА

- исследование проблем архитектуры, ее стилиобразования, эстетики и художественной выразительности;
- процессы формирования современной градостроительной среды объектов городской застройки;

- особенности развития садово-парковой и ландшафтной архитектуры в современных социально-экономических условиях;
- разработка основных положений и приоритетных подходов к сохранению и развитию архитектурно-исторической среды в рамках концепции устойчивого развития городских территорий;
- определение фундаментальных основ и приоритетных подходов развития и совершенствования жилищной архитектуры в условиях нового строительства и реконструкции;
- особенности формирования архитектурной среды жизнедеятельности и реабилитации маломобильных групп населения в городах промышленного типа;
- исследование региональных особенностей архитектуры зданий и сооружений и их комплексов, в том числе объектов историко-архитектурного культурного наследия;
- определение научных и практических направлений развития архитектурно-градостроительной реконструкции зданий и сооружений, городских территорий гражданского и промышленного назначения;
- прогнозные исследования в области архитектурной модернизации промышленных зданий и сооружений;
- теоретические и экспериментальные основы градостроительного использования нарушенных территорий в промышленных городах.

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И НЕДВИЖИМОСТИ

- актуальные вопросы экономики строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- теоретические и прикладные аспекты управления проектами;
- новое в экспертизе и управлении недвижимостью;
- инвестиционные проблемы развития промышленного и гражданского строительства;
- цифровая экономика в строительстве: перспективы развития;
- кадровое обеспечение строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- отраслевые приоритеты научных исследований в области экономики и управления строительством и жилищно-коммунальным хозяйством.

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

- автотранспортное обеспечение строительного комплекса;
- совершенствование конструкции, рабочего процесса и технологии ремонта современных автотранспортных средств;
- эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов;
- подъёмно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование;
- повышение комплексной безопасности технологического процесса при использовании наземных транспортно-технологических машин;
- физико-химическое материаловедение транспортно-технологических машин и оборудования;

**Материалы просим направлять до 11 сентября 2020 г. по адресу:
86123, Донецкая Народная Республика, г. Макеевка, ул. Державина, дом. 2,
ГОУ ВПО «ДОННАСА». Электронная почта: strdon@donnasa.ru
При подаче материалов придерживайтесь «Требований для авторов»
с целью обеспечения наиболее быстрой публикации ваших статей.**

С уважением, редакционная коллегия

ОТЗЫВЫ ВЫПУСКНИКОВ

Анастасия Анисимова, 2020



Ну вот и закончилась студенческая жизнь. Как бы грустно не было осознавать, но у каждого из нас начинается новый этап в жизни. Несмотря на это, у нас осталось очень много приятных, добрых, искренних и весёлых воспоминаний. Ох, я уже скучаю по гимну нашей уже родной академии, который звучал каждое утро, и если ты, заходя, слышишь его, то можно выдохнуть — это значит, что ты не опоздал. А звонок на пары — это отдельная любовь. Волнения перед сдачами курсовых, зачётов, экзаменов... Зато потом присутствует чувство свободы, когда все позади. С каждой пройденной сессией мы приближались к нему — нашему Выпускному. И вот наконец он состоялся!

Спасибо ДОННАСА за эти незабываемые 6 лет!

Екатерина Баркалова, 2020



Если расценивать студенческую жизнь, как плавание на огромном корабле под названием «ДОННАСА», то вот и пришло то время, когда мы сойдем на берег, ведь наша учеба завершена и дипломы получены.

За шесть лет увлекательного путешествия произошло множество приятного, доброго, радостного, непонятного, неприятного, печального.

Чьи-то дорожки сходились и снова расходились; кто-то находил «своих» людей спустя пару месяцев после старта, а кто-то присматривался и разглядел ближе к финалу.

Бесчисленное количество курсовых, конспектов, вопросов. Пение птичек, что просыпаются раньше первых лучей солнца, стало моим любимым и будет напоминать о продуктивных ночах всю жизнь.

Никита Леонов, 2020



Чудесные студенческие годы для нас заканчиваются. Я хочу от имени всех выпускников поблагодарить наших преподавателей, которые не только вложили в наши головы знания, но и привили любовь к строительству. Мы обещаем брать с вас пример и достойно справляться с любыми жизненными испытаниями. Я хочу сказать спасибо нашим родителям, которые воспитали нас, поддерживали и заботились о нас все эти годы. Спасибо, ДОННАСА.

Анастасия Черновол, 2020



Сегодня я выпускник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры.

Шесть лет обучения для меня были настолько яркими, что становится грустно от того, что студенческие годы подошли к завершению.

Моя академия подарила мне возможность узнать, что такое быть активистом, показала какой насыщенной и интересной может быть жизнь студента, новые друзья и знакомства.

Огромное количество мероприятий, праздники и торжественные события, турслеты, студенческий лагерь и международные форумы — все это сделало мои студенческие годы незабываемыми.

К сожалению, этот этап моей жизни сейчас заканчивается, но в памяти я навсегда сохраню все эти яркие моменты.

СПАСИБО, ДОННАСА!

- особенности развития садово-парковой и ландшафтной архитектуры в современных социально-экономических условиях;
- разработка основных положений и приоритетных подходов к сохранению и развитию архитектурно-исторической среды в рамках концепции устойчивого развития городских территорий;
- определение фундаментальных основ и приоритетных подходов развития и совершенствования жилищной архитектуры в условиях нового строительства и реконструкции;
- особенности формирования архитектурной среды жизнедеятельности и реабилитации маломобильных групп населения в городах промышленного типа;
- исследование региональных особенностей архитектуры зданий и сооружений и их комплексов, в том числе объектов историко-архитектурного культурного наследия;
- определение научных и практических направлений развития архитектурно-градостроительной реконструкции зданий и сооружений, городских территорий гражданского и промышленного назначения;
- прогнозные исследования в области архитектурной модернизации промышленных зданий и сооружений;
- теоретические и экспериментальные основы градостроительного использования нарушенных территорий в промышленных городах.

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И НЕДВИЖИМОСТИ

- актуальные вопросы экономики строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- теоретические и прикладные аспекты управления проектами;
- новое в экспертизе и управлении недвижимостью;
- инвестиционные проблемы развития промышленного и гражданского строительства;
- цифровая экономика в строительстве: перспективы развития;
- кадровое обеспечение строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- отраслевые приоритеты научных исследований в области экономики и управления строительством и жилищно-коммунальным хозяйством.

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

- автотранспортное обеспечение строительного комплекса;
- совершенствование конструкции, рабочего процесса и технологии ремонта современных автотранспортных средств;
- эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов;
- подъёмно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование;
- повышение комплексной безопасности технологического процесса при использовании наземных транспортно-технологических машин;
- физико-химическое материаловедение транспортно-технологических машин и оборудования;

**Материалы просим направлять до 11 сентября 2020 г. по адресу:
86123, Донецкая Народная Республика, г. Макеевка, ул. Державина, дом. 2,
ГОУ ВПО «ДОННАСА». Электронная почта: strdon@donnasa.ru**

**При подаче материалов придерживайтесь «Требований для авторов»
с целью обеспечения наиболее быстрой публикации ваших статей.**

С уважением, редакционная коллегия



ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»



ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2



+38(0623) 43 -70 -33



mailbox@donnasa.org