

# Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки

Ежемесячный научный журнал  
№ 6 (87)/2021 Том 1

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Макаровский Денис Анатольевич**

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

• **Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

• **Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

• **Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

• **Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

• **Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

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

Художник: Валегин Арсений Петрович  
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:  
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А  
E-mail: [info@euroasia-science.ru](mailto:info@euroasia-science.ru) ;  
[www.euroasia-science.ru](http://www.euroasia-science.ru)

Учредитель и издатель ООО «Логика+»  
Тираж 1000 экз.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Миловидова А.А.*

РАЗРАБОТКА WEB-СЕРВИСА МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
ГОРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
.....3

*Фартуков В.А., Ханов Н.В.*

ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ И  
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ПОДАЧИ ВОДЫ ДЛЯ  
ПОЛИВА .....10

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Юров В.М., Гученко С.А., Маханов К.М.*

ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ  
FESOSRNIMOTIW И ИХ СВОЙСТВА .....12

## АРХИТЕКТУРА

*Шило А.А.*

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ.....17

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.942, 004.42  
ГРНТИ 28.17

## РАЗРАБОТКА WEB-СЕРВИСА МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.87.1387

*Миловидова Анна Александровна*

*Старший преподаватель кафедры Системного анализа и управления,  
государственного университета «Дубна»,  
г. Дубна*

### АННОТАЦИЯ

Современные методы цифрового производства, обработки данных и моделирования позволяют использовать программный инструментарий для исследования сложных технологических процессов. В статье представлены основные результаты разработки веб-сервиса моделирования технологических процессов горноперерабатывающей промышленности. Разработанный web-сервис позволит принимать более эффективные, быстрые и точные решения, снижая неопределенность при управлении производством.

### ABSTRACT

Digital production modern methods, data processing, and simulation allow using software for investigating complex production processes. An article presents a web for modeling technological processes in the mining industry development. The web service will make it possible to make more efficient, faster, and more accurate decisions, reducing the uncertainty in production management.

**Ключевые слова:** моделирование технологического процесса, веб-сервис, принятие решения при управлении производством.

**Keywords:** production process simulation, web service, decision making in the production management.

### Введение

Основу современных производств составляют технологические системы, представляющие собой сложную структурно-функциональную организацию. Как правило, объектом управления в этих системах являются конкретные технологические процессы. Если абстрагироваться от конкретного типа и вида технологического процесса, то любой технологический процесс можно представить в виде множества действий, условий, связей, элементов. Их самих можно разбить на последовательность стадий, каждая из которых представляет собой набор взаимосвязанных элементов. Результатом работы технологического процесса (выполнения стадий технологического процесса) является достижение определенной цели [1].

С позиций системного подхода, технологический процесс (далее –ТП) – это сложная динамическая система, в рамках которой взаимодействуют: оборудование, средства контроля и управления, вспомогательные и транспортные устройства, обрабатывающий инструмент или среды, находящиеся в постоянном движении и изменении, объекты производства, люди. В совокупности система представляет собой нелинейную систему с запаздыванием.

Работа не с самим объектом (явлением, процессом), а с его моделью во многих случаях дает возможность относительно быстро и без существенных материальных затрат исследовать его свойства и поведение в любых ситуациях.

Одной из основных целей моделирования технологических процессов является прогнозирование на этапе их проектирования основных характеристик и особенностей их функционирования в реальных условиях промышленного производства. Для действующих производств средствами моделирования определяются условия реконструкции, переоборудования, изменения технологических режимов и регламентов для решения задач оптимизации производственных процессов.

Современные инструментальные средства позволяют строить имитационные модели путем описания системы причинно-следственных связей, имеющих место в моделируемом объекте [2]. При определении параметров модели необходимо учитывать технологические характеристики оборудования и экспериментальные данные о работе объекта. Допущения, принимаемые при построении моделей, должны обеспечивать воспроизведение качественно верной физической картины, происходящих в объекте процессов работы объекта. Должна также обеспечиваться необходимая полнота моделирования, т.е.: моделироваться все необходимые режимы работы, контролируемые параметры и органы управления объекта моделирования; воспроизводятся набор возможных аварийных ситуаций и отказов в работе технологического оборудования и устройств автоматики.

В России сосредоточены крупные запасы железных руд, оцениваемые в 98,9 миллиардов тонн. По их количеству страна заметно опережает

лидеров мировой железорудной отрасли – Австралию и Бразилию [3]. Именно поэтому для России очень важно использовать современные технологии для добычи и переработки полезных ископаемых.

Проектирование конструктора моделей технологических процессов горно-обогатительного комбината

Ранее в работах [4-8] выполнено детальное описание проблем, связанных с поддержкой принятия решений при управлении производством в горноперерабатывающей промышленности и предложенного решения на основе методов искусственного интеллекта – агентного

моделирования и нечеткой логики. Варианты использования чаще всего применяются для спецификации внешних требований к проектируемой системе или для спецификации функционального поведения уже существующей системы. Кроме этого, варианты использования неявно описывают типичные способы взаимодействия пользователя с системой, позволяющие корректно работать с предоставляемыми системой сервисами [9].

Способы взаимодействия пользователей с системой можно изобразить с помощью диаграмм вариантов использования (см. рисунок 1).



Рисунок 1. Диаграмма вариантов использования системы

Для достижения всех целей пользователей необходимо реализовать следующие варианты использования:

- создание цепочки технологического процесса;
- редактирование цепочки технологического процесса;
- удаление цепочки технологического процесса;
- запуск процесса моделирования.

#### Use case 1. Сохранение цепочки технологического процесса

**Цели:** пользователь хочет создать цепочку технологического процесса, чтобы провести моделирование или сохранить ее для возможности выбора для моделирования позднее.

##### Основной сценарий:

- 1.пользователь заходит на страницу сервиса;
- 2.открывается страница с конструктором цепочек технологических процессов;
- 3.пользователь строит цепочку, вводит наименование и нажимает на кнопку сохранения цепочки.

**Постусловие:** цепочка сохранена в сервисе.

#### Use case 2. Редактирование цепочки технологического процесса

**Цели:** пользователь хочет внести изменения в цепочку технологического процесса.

**Предусловие:** цепочка сохранена в базе данных сервиса.

#### Основной сценарий:

- 1.пользователь заходит на страницу сервиса;
- 2.открывается страница с конструктором цепочек технологических процессов;
- 3.в выпадающем списке с именами цепочек пользователь выбирает цепочку и нажимает на кнопку загрузить;
- 4.на странице появляется цепочка;
- 5.пользователь изменяет цепочку и нажимает на кнопку сохранения.

**Постусловие:** цепочка обновлена в соответствии с внесенными изменениями.

#### Use case 3. Удаление цепочки технологического процесса

**Цели:** пользователь хочет удалить цепочку технологического процесса.

**Предусловие:** цепочка сохранена в сервисе.

##### Основной сценарий:

- 1.пользователь заходит на страницу сервиса;
- 2.открывается страница с конструктором цепочек технологических процессов;
- 3.в выпадающем списке с именами цепочек пользователь выбирает цепочку и нажимает на кнопку загрузить;
- 4.на странице появляется цепочка;
- 5.пользователь нажимает на кнопку удаления цепочки.

**Постусловие:** цепочка удалена из сервиса.

#### Use case 4. Запуск процесса моделирования.

**Цели:** провести моделирование по построенной цепочке технологического процесса.

**Предусловие:** в сервисе минимум одна цепочка.

**Основной сценарий:**

- 1.пользователь заходит на страницу сервиса;
- 2.открывается страница с конструктором цепочек технологических процессов;
- 3.пользователь строит цепочку технологического процесса, либо выбирает из существующих, вводит параметры эксперимента и нажимает на кнопку запуска моделирования;
- 4.сервис производит настройку параметров моделирования;
- 5.перейти к Use case 5.

**Постусловие:** запущен процесс моделирования.

**Use case 5. Получение результатов моделирования**

**Цели:** получить результаты моделирования для дальнейшего анализа и использования.

**Предусловия:** пользователь находится на странице сервиса и запущен процесс моделирования.

**Основная последовательность:**

- 1.пользователь ожидает окончания процесса моделирования;
- 2.по окончании сервис предоставляет пользователю такие результаты моделирования, как:

- модельное время;
- реальное время;
- количество переработанной руды;
- оставшееся в системе количество руды;
- диаграмму производительности системы.

**Постусловие:** пользователь получил результаты моделирования.

Архитектура конструктора моделей технологических процессов Разрабатываемый сервис состоит из следующих частей (см. рисунок 2):

- веб-страница сервиса;
- сервис моделей технологических процессов;
- библиотека моделирования технологического процесса;
- библиотека логирования;
- база данных.

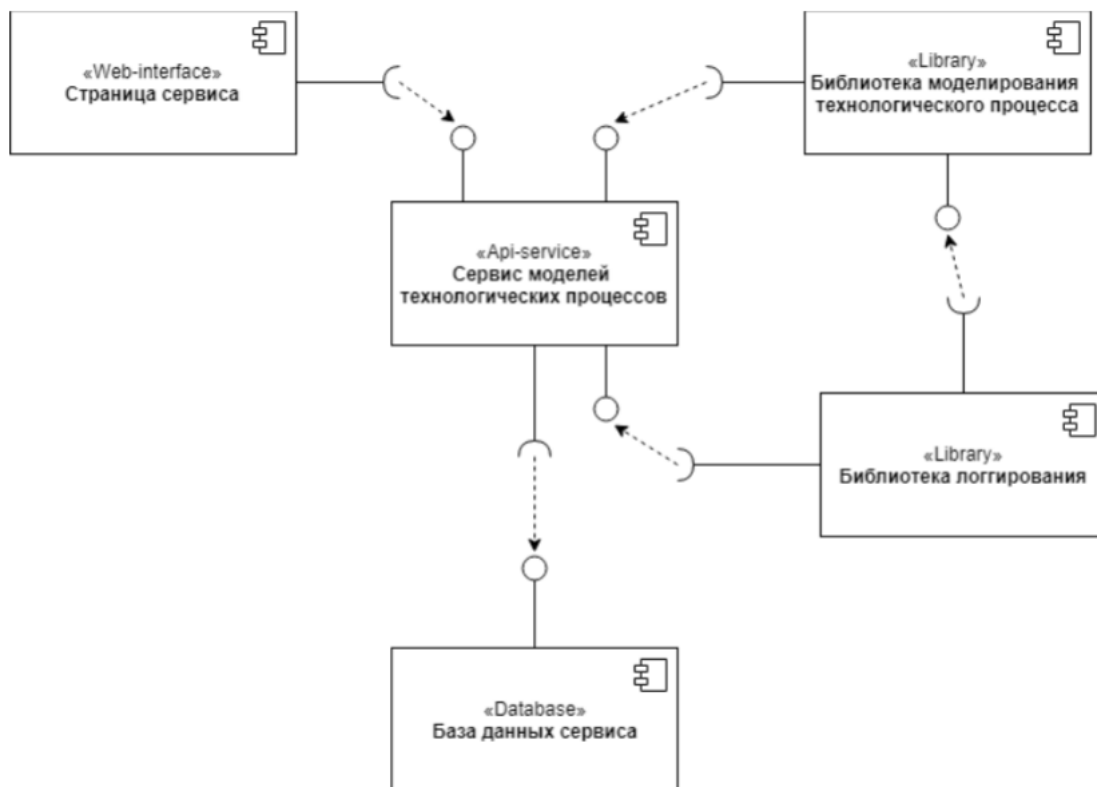


Рисунок 2. Архитектура конструктора моделей технологических процессов

**Реализация конструктора моделей технологических процессов горно-обогатительного комбината**

Рассмотрим реализацию конструктора моделей технологических процессов. Ранее на диаграмме компонентов (см. рисунок 2) выделены основные части сервиса. Остановимся на реализации каждого из них конкретнее.

**Сервис моделей технологических процессов**

Сервис моделей технологических процессов представляет собой API сервис с REST архитектурой. Для его реализации применяется технология ASP.NET Core, которая позволяет в дальнейшем разворачивать данный сервис под любой операционной системой. Рассмотрим архитектуру сервиса (см. рисунок 3).

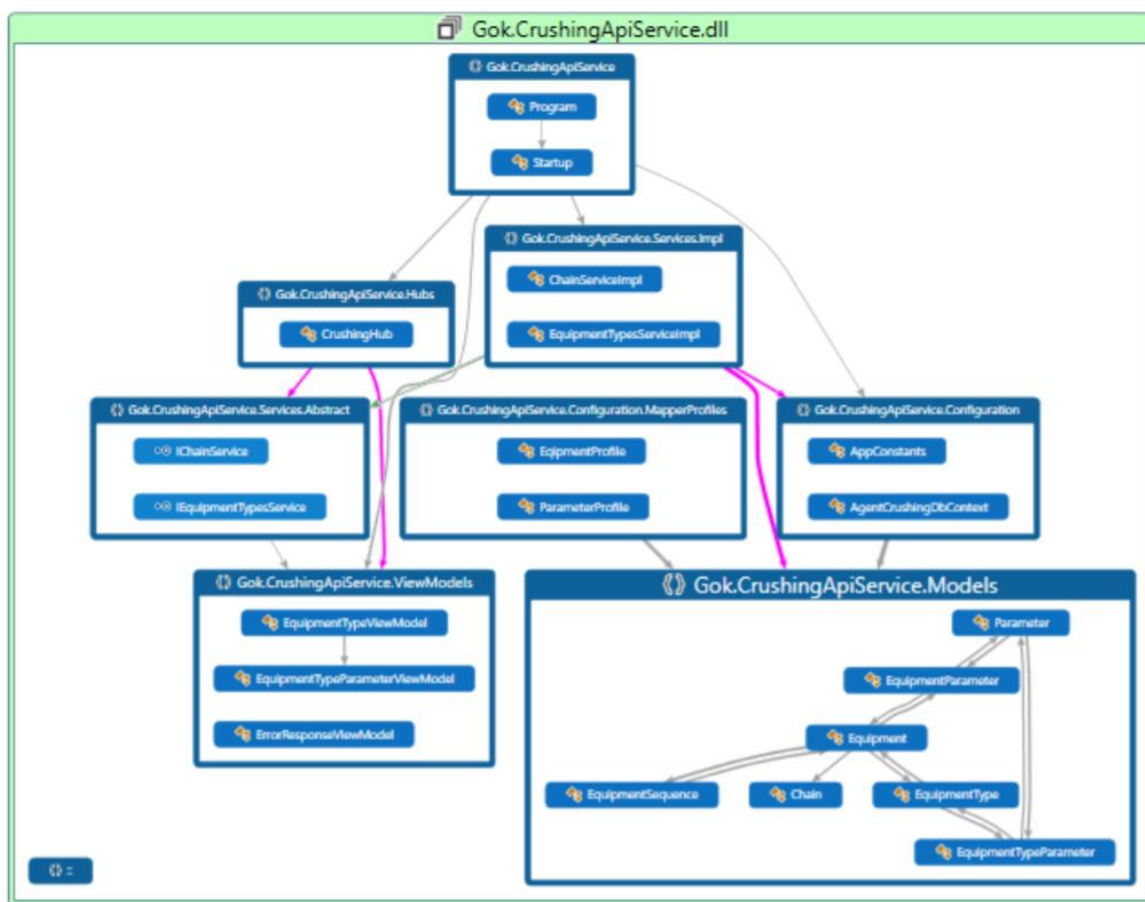


Рисунок 3. Диаграмма классов сервиса моделей технологических процессов

Пространство имен `Gok.CrushingApiService.Configuration` содержит в себе классы с константами сервиса и контекстом базы данных.

Классы моделей сущностей, используемых в базе данных сервиса, содержатся в пространстве имен `Gok.CrushingApiService.Models`.

Для построения базы данных была использована библиотека `Microsoft.EntityFrameworkCore`. Построение производилось с помощью механизма миграций по классам моделей сущностей и контексту базы данных. Все изменения контекста в ходе миграций сохранялись в соответствующие классы пространства имен `Gok.CrushingApiService.Migrations`.

Взаимодействие с базой данных происходит с помощью вызова методов классов сервиса цепочек и сервиса типов оборудования. Сервис цепочек содержит в себе методы получения, сохранения, изменения и удаления цепочек технологического процесса. Сервис типов оборудования содержит метод получения существующих типов оборудования со списком доступных для них параметров.

Взаимодействие с web-интерфейсом происходит через web-сокеты. Для их работы используется технология `SignalR`. Для обработки запросов, приходящих с web-интерфейса, создан специальный класс `CrushingHub`. По сути, данный класс является фасадом, через который происходит

взаимодействие с сервисами цепочек и типов оборудования, а также с библиотекой моделирования. Поэтому класс `CrushingHub` имеет следующие методы:

- метод получения цепочки технологического процесса;
- метод сохранения цепочки технологического процесса;
- метод изменения цепочки технологического процесса;
- метод удаления цепочки технологического процесса;
- метод получения существующих типов оборудования со списком доступных для них параметров;
- метод запуска процесса моделирования;
- обработчик события окончания процесса моделирования, который возвращает web-интерфейсу результаты моделирования.

Технология web-сокетного взаимодействия была выбрана вследствие длительности процесса моделирования и невозможности точно определить время ожидания ответа от сервера.

Для входных и выходных данных созданы соответствующие классы моделей представлений данного сервиса и библиотеки моделирования технологических процессов. Классы моделей представления конвертируются в классы моделей для хранения в базе данных и наоборот с помощью библиотеки `AutoMapper`. Данная библиотека

содержит набор классов для конвертации с использованием механизма рефлексии. Для настройки правил конвертации созданы классы профилей AutoMapper. Данные профили входят в состав пространства имен Gok.CrushingApiService.Configuration.MapperProfiles.

Конфигурация всех сервисов, входящих в проект, AutoMapper и подключения к базе данных осуществляется с помощью механизма внедрения

зависимостей в классе Startup. Все основные настройки проекта вынесены в файл appsettings.json.

**Библиотека моделирования технологического процесса**

В ходе данной работы была реализована библиотека моделирования технологических процессов для горно-обогатительных комбинатов. Архитектура данной библиотеки представлена на рисунке 4.

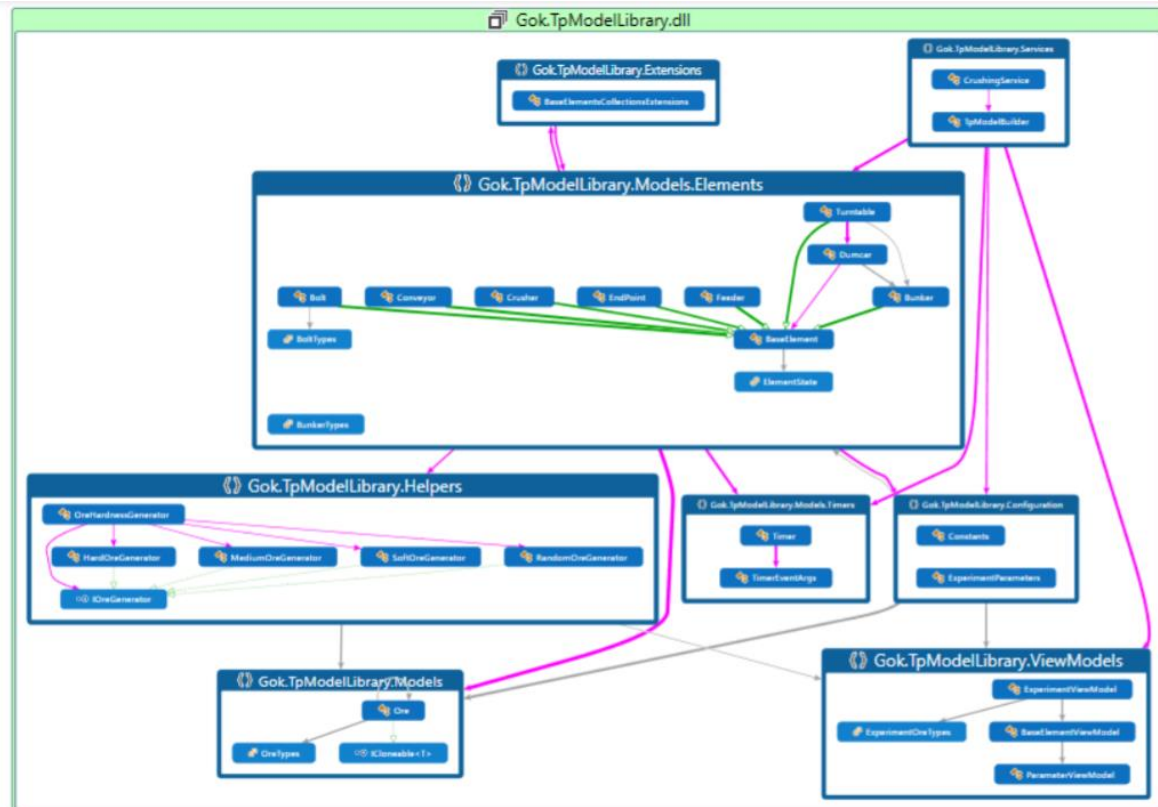


Рисунок 4. Диаграмма классов библиотеки моделирования технологических процессов горнообогатительных комбинатов

На вход библиотеке подаются соответствующие модели представлений:

–ExperimentViewModel — модель представления эксперимента с его основными параметрами: количество руды, тип руды, ограничение по времени, цепочка технологического процесса;

–BaseElementViewModel — модель представления цепочки технологического процесса;

–ParameterViewModel — модель представления параметра цепочки технологического процесса.

Класс CrushingService является фасадом библиотеки. Данный класс содержит методы инициализации параметров эксперимента и запуска процесса моделирования, а также обработчики событий завершения шага и всего процесса моделирования.

Пространство имен Gok.TpModelLibrary.Configuration содержит классы:

–Constants, включающий в себя основные константы для управления режимами оборудования в зависимости от крепости руды;

–ExperimentParameters, включающий в себя параметры эксперимента (тип руды в эксперименте, общее количество руды участвующие в эксперименте, текущее количество руды, не находящееся в процессе дробления на конкретный момент времени и затраты на дробление 1 т каждого типа руды).

Для построения цепочек технологических процессов используется экземпляр класса TpModelBuilder. Методы данного класса с помощью механизма рефлексии создают объекты классов элементов цепочки технологического процесса и инициализируют их параметры, а также связывают их между собой.

Основные элементы модели ТП ГОК находятся в пространстве имен Gok.TpModelLibrary.Models.Elements (см. рисунок 5)

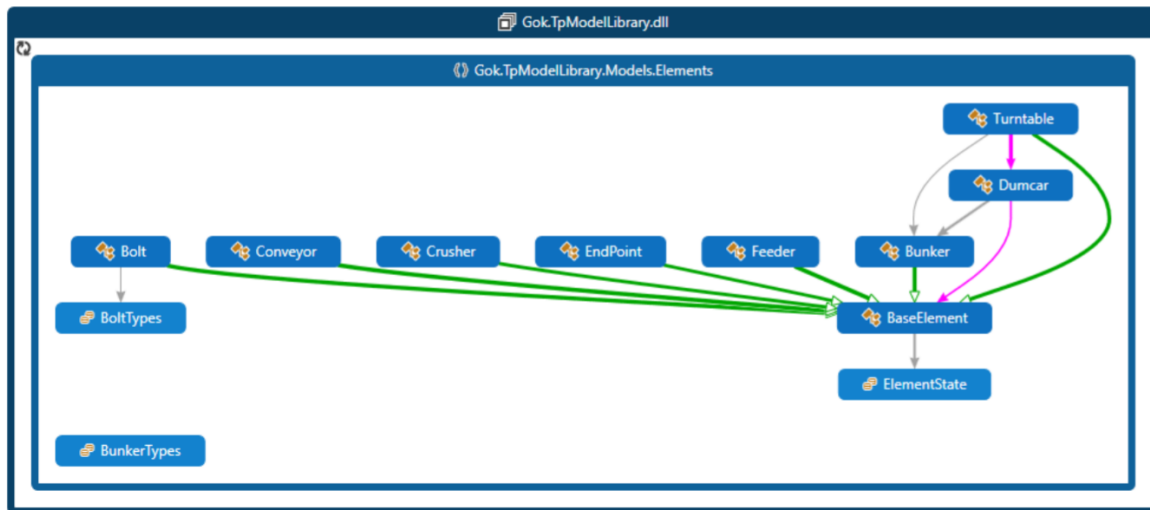


Рисунок 5. Пространство имен Gok.TpModelLibrary.Models.Elements

Родительским классом для всех классов элементов модели является класс BaseElement (Рисунок 19). Класс содержит следующие методы:

- Load, который используется для загрузки руды в элемент для дальнейшей обработки;
- Unload, который используется для разгрузки руды из элемента;
- CanLoad, который используется для проверки возможности загрузки руды в данный момент времени;

–UpdateNextElements, который используется конструктором цепочек для привязки следующих элементов к данному. В классе присутствуют свойства, такие как:

- ID — идентификатор элемента цепочки;
- timer — объект таймера, с помощью которого организован процесс моделирования;
- State — состояние объекта (режим ожидания, работы, остановки).

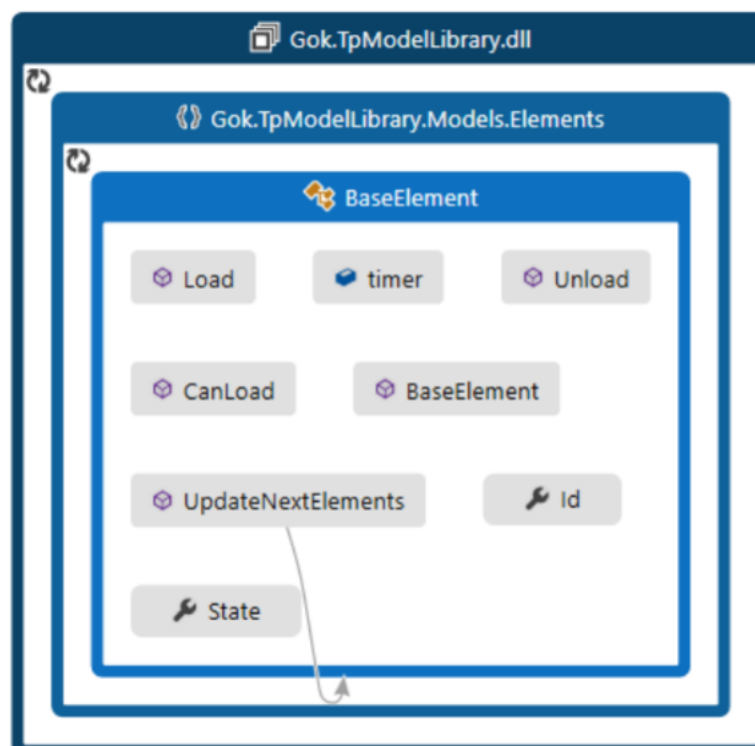


Рисунок 6. Пространство класс BaseElement  
Наследниками данного класса являются:

–Turntable, который содержит в себе параметры DumpcarsCount (количество думпкаров), DeliveryTime (время доставки руды), LoadingTime (время загрузки руды);

–Dumpcar, который содержит в себе параметры DischargingTime (время погрузки), isLoad (заполненный ли в данный момент времени думпкар).



–Bunker, который содержит в себе параметр capacity (вместимость) и fullness (заполненность);  
 –Crusher, который содержит в себе параметр productivity (производительность);  
 –Conveyor, который содержит в себе параметры length (длина) и speed (скорость);  
 –Feeder, который содержит в себе параметры length (длина) и speed (скорость);  
 –Bolt, который содержит в себе вероятностный параметр по распределению руды и тип грохота; EndPoint, который является конечным элементом подсчитывающий руду, и определяющий момент остановки процесса моделирования.

Классом сырья является класс Ore (руда), который в свою очередь обладает такими свойствами, как Weight (вес) и Hardness (крепость).

Весь процесс моделирования организуется с помощью класса Timer (таймер). Каждый элемент вызывает метод Done, отчитываясь о завершении действия на шаге. Как только все элементы цепочки ТП выполняют свои действия, таймер сгенерирует событие завершения шага моделирования. Запуск следующей итерации осуществляется в обработчике данного события в экземпляре класса CrushingService. Остановка процесса происходит по достижению ограничения времени или при достижении количества руды в конечном элементе значения равного значению общего количества руды в эксперименте.

В библиотеке также содержится класс генератора крепости руды OreHardnessGenerator. В зависимости от типа руды, заданного для эксперимента, выбирается одна из четырех стратегий.

#### **Библиотека настроек логирования**

Для отладки сервиса и библиотеки, а также для отслеживания возможных сбоев в процессе работы сервиса используется библиотека логирования Serilog. Библиотека Gok.Logging создана для настройки логирования и включает следующие классы:

Класс LoggerEnvironment содержит метод конфигурации логирования. Данный метод использует секцию Serilog из файла appsettings.json сервиса с настройками логирования.

Класс LoggingExtensions содержит расширение для подключения сконфигурированной библиотеки логирования к сервису.

#### **Заключение**

В результате проделанной работы был спроектирован и реализован web-сервис, который позволяет создавать, модифицировать и моделировать цепочки технологических процессов. Создание цифрового портрета производства и проведение экспериментов с моделью позволит значительно повысить качество принимаемых

решений при управлении горноперерабатывающим производством. В дальнейшем планируется расширение функциональных возможностей сервиса с целью охвата более широкого спектра процессов переработки.

#### **Список литературы:**

1. Мальков, М. В. Моделирование технологических процессов: методы и опыт / М. В. Мальков, А. Г. Олейник, А. М. Федоров // Труды Кольского научного центра РАН. – 2010. – № 3(3). – С. 93-101.

2. Добрынин В.Н., Эндерев В.А., Миловидова А.А. // Многоагентное имитационно-событийное моделирование управления качеством дискретно-непрерывных технологических процессов: проблемы, концепция, задачи, методы. Электронный журнал «Системный анализ в науке и образовании». – Дубна, 2014. – С.15 - 19.

3. Адамов Э. В. Технология руд цветных металлов. Учебник, М.: Учеба. 2007., 514 с.

4. Миловидова А.А. Хрономодель процесса переработки в условиях нечеткой и неполной информации о качестве сырья [Текст] // А.А. Миловидова / Перспективы науки. – 2019. №6 (117). – С. 25-28.

5. Миловидова А.А., Черемисина Е.Н., Добрынин В.Н., Соколов И.А. Многоагентное управление процессом переработки сырья в условиях информационной неопределенности / Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». – 2019. №8. – С. 91-95.

6. Миловидова А.А., Черемисина Е.Н., Добрынин В.Н. Алгоритм определения типа и параметров функции принадлежности нечеткого измерителя / Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». – 2019. – №9. – С. 69-74.

7. Миловидова А.А. Формирование нечеткой системы оценки для системы поддержки принятия решений при управлении процессом переработки в условиях неопределенности информации о качестве материала // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2020. – №1. – Стр. 33-48.

8. Добрынин В.Н., Эндерев В.А., Миловидова А.А. Многоагентное имитационно-событийное моделирование управления качеством дискретно-непрерывных технологических процессов: проблемы, концепция, задачи, методы // Электронный научный журнал «Системный анализ в науке и образовании», 2014, № 1. ISSN: 2071-9612.

9. Савватеева Т.П., Миловидова А.А., Кудрявцева Д.В. Технологии проектирования информационных систем: Учебное пособие. – Дубна, Государственный университет «Дубна», 2016. - С. 120.

УДК 631.811.91

**ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ПОДАЧИ ВОДЫ ДЛЯ ПОЛИВА****Фартуков Василий Александрович**

доцент кафедры гидротехнических сооружений

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова,

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Ханов Нартмир Владимирович**

профессор кафедры гидротехнических сооружений

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова,

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**АННОТАЦИЯ**

Разработанный и созданный нами прототип multifunctional датчика-прибора, который предназначен для измерения влажности и температуры почвы и воздуха, организации постоянного мониторинга, формирования базы знаний и данных контролируемого поля.

**ABSTRACT**

We have developed and created a prototype of a multifunctional sensor-device, which is designed to measure humidity and temperature of soil and air, organize constant monitoring, form a knowledge base and data of the controlled field.

**Ключевые слова:** технология полива, сеть LoRaWAN, база данных, IT-технологии.

**Key words:** irrigation technology, LoRaWAN network, database, IT technologies

Разработанная нами интеллектуальная технология контроля над мелиоративным состоянием и плодородием орошаемых земель в реальном масштабе времени, позволяет формировать базу данных о контролируемом поле, проводить анализ результатов, принимать решение по их регулированию [1].

Технология позволяет проводить:

- одновременное измерение влажности и температуры почвы на трех глубинах (10, 40, 60 см.) в реальном масштабе времени;
- энергонезависимость и длительная продолжительность работы (не менее 8-12 месяцев);
- удаленная передача измеренных величин по радио каналу связи (1000 метров);
- наличие цифрового табло отображающего измеренные величины на экране;
- наличие функции гео-позиционирования на карте местности (система GPS);
- дистанционное управление работой датчика (установление пороговых значений для контроля и поддержания заданного диапазона);
- удаленное управление исполнительными устройствами подачи воды на полив;
- анализ данных, составление отчета, формирование информационно-советующей системы.

Измерение влажности и температуры проводится на трех уровнях по глубине и воздуха в

локальном месте установки, фиксируемом спутниковой системой навигации.

Отображения на жидкокристаллическом индикаторе датчика измеренных значений влажности почвы на трех уровнях по глубине, температуры почвы и воздуха, относительной влажности воздуха.

Индикация широты и долготы места установки датчика по картам Яндекс и GOOGLE.

Применение датчика как локальной измерительной экспресс лаборатории.

Возможность использовать как ирригационный комплекс в самых отдаленных и труднодоступных регионах.

Мгновенное, в реальном масштабе времени, получение результатов измерений.

Измерение влажности почвы одновременно на 3-х уровнях по глубине, без переноса датчиков.

Локальное отображение результатов измерений на встроенном индикаторе и передача по радиоканалу до 1000 метров на удаленный приемный блок, подключенный к компьютеру.

Неограниченная автономность работы – солнечная батарея компенсирует все расходы электроэнергии, в том числе и ночью. Датчик является частью сети LoRaWAN [2,3,3]:

Сеть LoRaWAN состоит из следующих элементов: конечное устройство, шлюзы, сетевой сервер и сервер приложений.

Схематическое изображение конструкции датчика представлено на рис.1

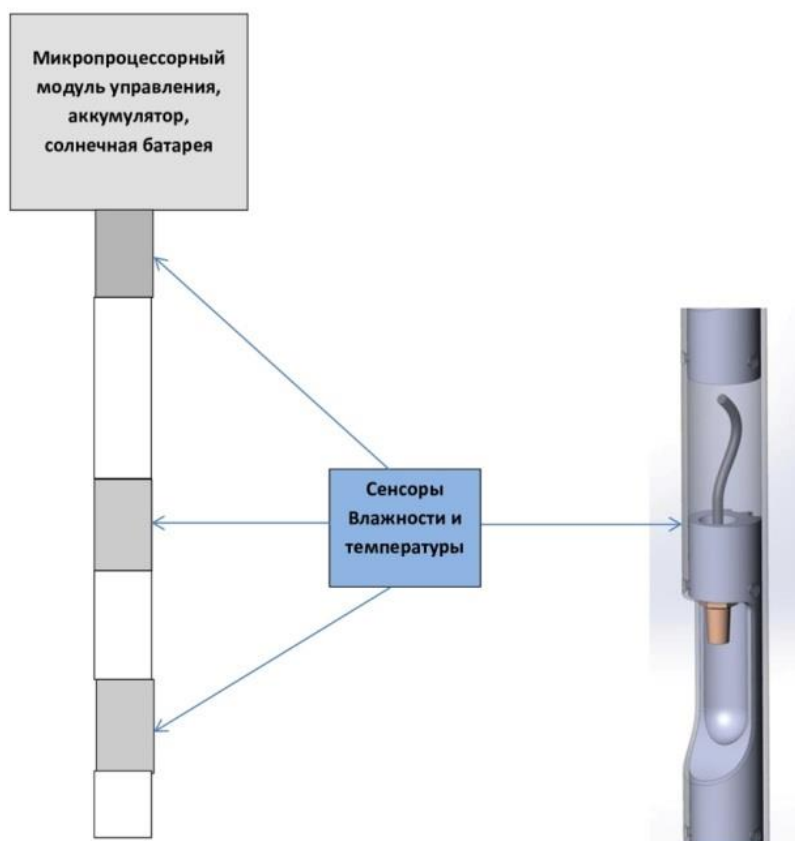
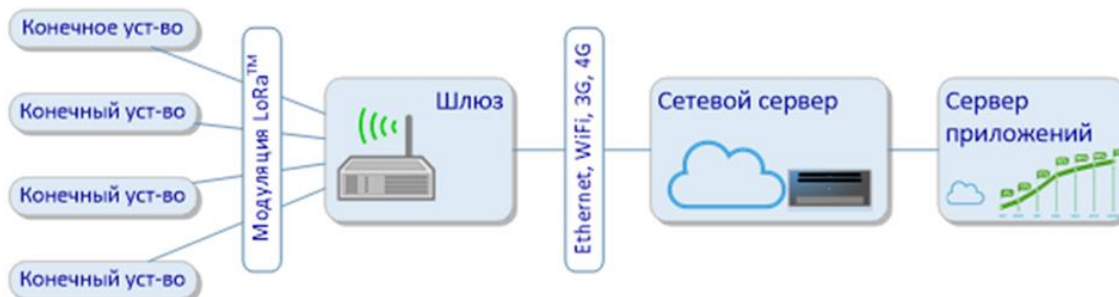


Рис.1. Корпус в сборе.

Датчик является частью сети LoRaWAN.



Система LoRaWAN включает в себя следующие элементы: запорный моторизованный кран, датчики представляющие собой конечные устройства; устройство сбора данных и передачи их в серверное устройство по радиоканалу для последующей обработки данных. В качестве канала передачи данных и управляющих сигналов могут быть Ethernet, WiFi, сотовая сеть. Конечное устройство - предназначено для осуществления управляющих или измерительных функций. Содержит набор необходимых датчиков и управляющих элементов.

Устройство имеет многоканальные приёмопередатчики, которые принимают и обрабатывают сигналы от нескольких каналов одновременно. Поэтому работа нескольких устройств организуют зону радиопокрытия между сервером и конечными устройствами (датчики, краны, клапаны и пр.).

#### Библиографический список

- Кирюшин, В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов – М.: КолосС, 2011г. – 443с.
- Кучерявый А. Е. Интернет Вещей // Электросвязь. 2013. № 1. С. 21–24.
- Кулик В. А., Выборнова А. И. Методы комплексного тестирования Интернет Вещей // Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети: управление, вычисление, связь (DCCN). 2016. С. 305–312.
- Nolan K. E., Guibene W., Kelly M. Y. An Evaluation of Low Power Wide Area Network Technologies for the Internet of Things // International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC). 2016. pp. 439–444. DOI: 10.1109/IWCMC.2016.7577098.

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ $FeCoCrNiMoTiW$ И ИХ СВОЙСТВА

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.87.1386

**Юров Виктор Михайлович**

канд. физ.-мат. наук, доцент

**Гученко Сергей Алексеевич**

докторант PhD

**Маханов Канат Мэтович**

канд. физ.-мат. наук, доцент

Казахандинский университет им. Е.А. Букетова

### АННОТАЦИЯ

В качестве объектов исследования использовались высокоэнтропийные покрытия состава  $FeCoCrNiMoTiW$  изготовленные методом механического легирования. Показано, что твердость большинства нержавеющей сталей в 1,5-2 раза меньше высокоэнтропийных покрытий, а коэффициенты сухого трения лежат в области 0,08-0,16. Такое различие в коэффициентах трения у высокоэнтропийных покрытий обусловлено их наноструктурной особенностью и проявлением у них размерной зависимости свойств. Теоретически мы рассматриваем вопрос отклика подсистемы электронов в высокоэнтропийных сплавах на внешнее воздействие при трении с позиций неравновесной статистической термодинамики. В результате показано, что коэффициент трения покрытия уменьшается при использовании высокоэнтропийного сплава и при уменьшении поверхностной энергии покрытия.

**Ключевые слова:** высокоэнтропийные покрытия, твердость, трение, наноструктура, микротвердость.

### ВВЕДЕНИЕ

Отличие высокоэнтропийных сплавов (ВЭСы) от традиционных сплавов заключается в том, что они создаются из пяти и более химических элементов в эквивалентных пропорциях путем образования твердого раствора с наиболее простой кристаллической структурой [1-3]. Однако позже было показано, что высокая энтропия смешивания не является необходимым условием образования однофазного твердого раствора, но сам термин названия такого сплава продолжает оставаться в употреблении [4-9]. По высокоэнтропийным сплавам существуют зарубежные обзоры и

некоторые диссертации [10-12], однако исследования в этом направлении только набирают силу.

Нами также были исследованы некоторые высокоэнтропийные сплавы и покрытия, полученные методом механического легирования и магнетронного распыления мишеней [13-15]. Этому, на примере ВЭСа  $FeCoCrNiMoTiW$ , и посвящена настоящая работа.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Распыляемая мишень 100 мм изготовлена из стали методом механического легирования таблеток диаметром 5 мм (рис. 1а) [16].

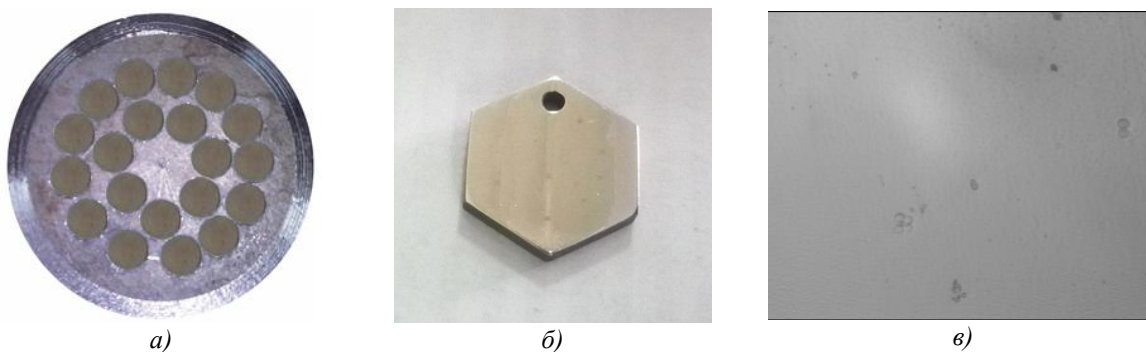
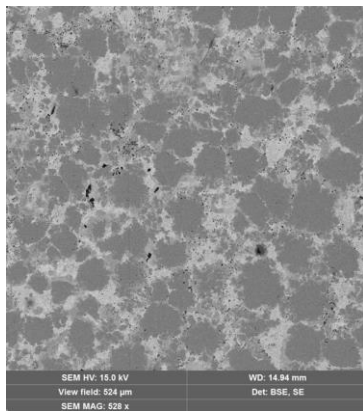


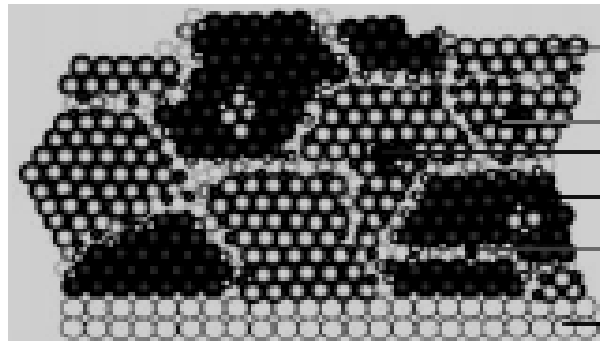
Рисунок 1 – Таблетки из сплава  $FeCoCrNiMoTiW$  (а), образцы с покрытием  $FeCoCrNiMoTiW$  (б), поверхность образца с покрытием (увеличение  $\times 400$ ) (в).

Напыление производилось на установке ННВ-6.6И1 методом магнетронного распыления на шлифованные образцы из стали 20Х13 (рис. 1б), а на оптическом микроскопе результат показан на рис. 1в.

После отжига мишени в вакуумной печи в течение 3 часов, покрытие приобретало наноструктурный вид (рис. 2).



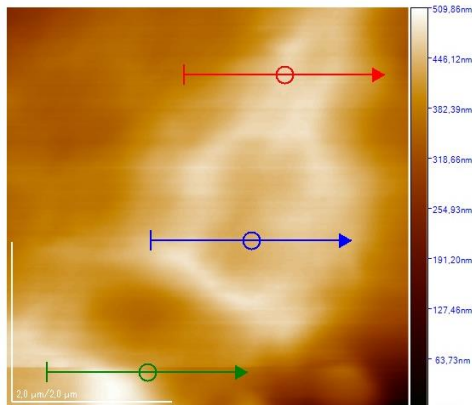
а)



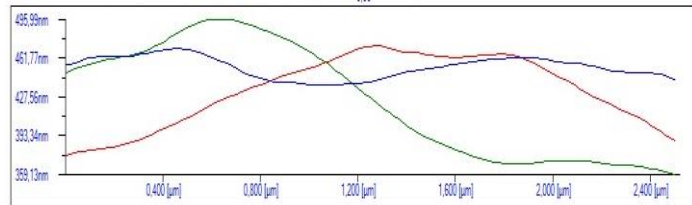
б)

Рисунок 2 – РЕМ покрытия FeCoCrNiMoTiW (а), формирование наноструктурных покрытий [8].

Шероховатость покрытия, измеренная на производства компании JEOL, также атомно-силовом микроскопе (АСМ) JSPM-5400 незначительна (рисунок 3).



а)

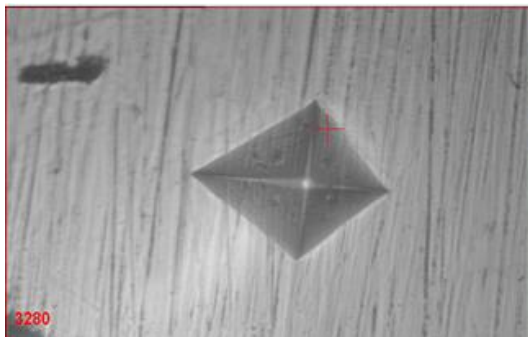


б)

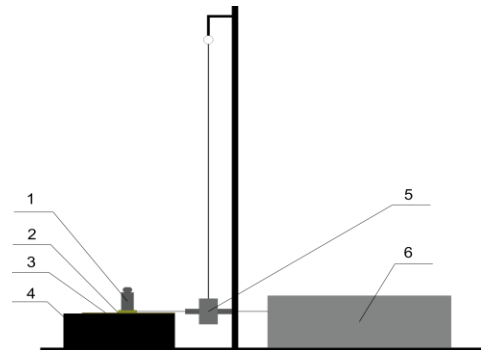
Рисунок 3 – АСМ FeCoCrNiMoTiW (а) и его шероховатость (б).

Нами использовался микротвердомер HVS-1000A (рисунок 4а). Данный прибор разработан с использованием последних достижений в механике, оптике, электронике и компьютерных технологиях для проведения испытаний на твердость металлических и неметаллических материалов, особо мелких деталей или тонких

закаленных слоев. Общая схема установки для определения коэффициентов трения  $k$  представлена на рисунке 4б [17] и включает: 1 - известный прижимной вес, 2 - образец, 3 - поверхность скольжения, 4 - измерительный стол, 5 - датчик силы, 6 - блок электроники и привод.



а)



б)

Рисунок 4 - Микротвердомере HVC-1000A (а) и схема установки для определения коэффициентов трения  $k$  (б) [17]

Рентгенофлуоресцентная электронная спектроскопия (РФЭС) покрытий FeCoCrNiMoTiW

показана на рис. 5, а химический состав представлен в таблице 1.

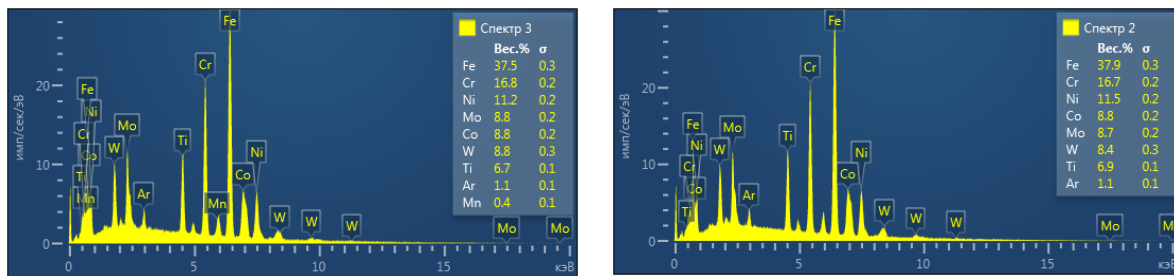


Рисунок 5 - РФЭС покрытий FeCoCrNiMoTiW

Таблица 1

**Химический состав мишени (ат. %).**

Сплав	Fe	Co	Cr	Ni	Mo	Ti	W
FeCoCrNiMoTiW	37.5	8.8	16.8	11.2	8.8	6.7	8.8

Химический состав (табл. 1) указывает, что мы имеем высокоэнтропийный сплав (5-40 ат. %).

**Результаты эксперимента и их обсуждение**

Нанесение покрытия проводилось на установке ННВ 6.6-И1 на не вращающиеся образцы, в течении 2-х часов с постоянным опорным напряжением 150В в режиме постоянной мощности 1,4 кВт, 550 В, 2,4 А в среде аргона. Причем магнетрон с регулируемым расстоянием нанесения покрытий был максимально приближен к образцам. В таблице 2 приведены значения микротвердости покрытия.

Таблица 2 показывает, что сплавы FeCoCrNiMoTiW имеют большую твердость. Сравним твердость нержавеющей сталей [18] с твердостью высокоэнтропийных покрытий из таблицы 2.

Твердость большинства нержавеющей сталей в 1,5 -2 раза меньше высокоэнтропийных покрытий, что показывает перспективу их применения в качестве деталей различных промышленных конструкций.

Таблица 2

**Микротвердость образцов напыленных в течении 1 часа в аргоне.**

Кол-во измерений	Микротвердость образцов с напылением FeCoCrNiMoTiW	
	HV <sub>0,05</sub> =0,49N	HV <sub>0,1</sub> =0,981N
1	449,0	377,0
2	446,2	390,9
3	410,0	389,3
4	463,4	394,4
5	473,5	373,7
6	441,4	395,6
7	470,9	382,9
8	466,6	395,4
9	484,5	380,7
10	487,2	356,3
<b>Ср. арифмет.</b>	<b>459,2</b>	<b>383,6</b>

Таблица 3

**Твердость нержавеющей сталей [18]**

Сталь	μ, HV	Сталь	μ, HV
12X13	121-187	08X17T	372
40X13	143-229	10X17H13M2T	200
08X18H10	170	12X18H10T	179

В табл. 4 приведены коэффициенты трения. Сравним коэффициенты трения к обычных металлов с табл. 4. Коэффициенты сухого трения к для однородных пар металлов выше, чем коэффициенты сухого трения для разнородных пар

металлов, но все равно лежат в пределах 0,35-0,60, что на порядок выше, чем коэффициенты сухого трения к высокоэнтропийных покрытий. У последних они лежат в области 0,08-0,16.

Таблица 4

**Коэффициенты трения покрытий FeCoCrNiMoTiW по медной и алюминиевой пластине.**

Кол-во измерений	с покрытием FeCoCrNiMoTiW по медной пластине	с покрытием FeCoCrNiMoTiW по алюминиевой пластине
1	0,199	0,085
2	0,172	0,071
3	0,178	0,089
4	0,185	0,086
5	0,131	0,099
6	0,182	0,086
7	0,159	0,084
8	0,149	0,079
9	0,159	0,099
10	0,148	0,080
<b>Ср. арифмет.</b>	<b>0,166</b>	<b>0,085</b>

Таблица 5

**Коэффициенты сухого трения для однородных и разнородных пар наиболее распространенных металлов [19]**

Металл	$k_{fr}$	Металл	$k_{fr}$
Сталь-Сталь	0,8	Cr-Cr	0,4
Fe-Fe	1,0	Mg-Mg	0,6
Cd-Cd	0,5	Ni-Ni	0,7
Al-Сталь	0,61	Cu-Сталь	0,53
Латунь-Сталь	0,35	Ni-Сталь	0,64
Cd-Cr	0,41	WC-Cu	0,35

Такое различие в коэффициентах трения  $k$  у высокоэнтропийных покрытий обусловлено их наноструктурной особенностью и проявлением у них размерной зависимости свойств. Но наноструктурные покрытия TiN имеют коэффициенты сухого трения на уровне 0,40 [8]. Это означает, что у высокоэнтропийных покрытий, состоящих из 7 металлов, механизм трения несколько отличный, чем коэффициенты сухого трения  $k$  для однородных и разнородных пар наиболее распространенных металлов. Пять теорий, которые существуют в настоящее время и объясняющих процессы, происходящие при трении, не содержат размерных зависимостей, характерных для наноструктур. Размерная зависимость коэффициентов сухого трения  $k$  не дает понимания о механизмах трения высокоэнтропийных покрытий.

В работе [20] в рамках термодинамического подхода для коэффициента сухого трения нами получена следующая формула:

$$k = \tilde{N} \cdot \dot{\sigma} \cdot \frac{\sigma \cdot S}{\tau \cdot G^0} \cdot \bar{N} \cdot \Delta t. \quad (1)$$

Уравнение (1) описывает коэффициент трения  $k$  пропорциональным времени движения при трении  $\Delta t$ , работе сил трения  $A = \sigma S$ , концентрации электронов  $\tilde{N}$ , поверхностной энергии  $\sigma$ , площади контакта  $S$  и обратно пропорционально времени релаксации  $\tau$  и энергии Гиббса  $G^0$  термостата. Для высокоэнтропийных покрытий  $G^0 = H - TS + PV \rightarrow S \sim 2R$  и коэффициент трения должен уменьшаться.

Его уменьшение также связано с образованием наноструктур и зависимостью поверхностной энергии  $\sigma$  по Русанову А.И. [21]:  $\sigma = K r \rightarrow 0$  при  $r \rightarrow 0$ . Поверхностная энергия  $\sigma$  линейно зависит от твердости сплава:  $\sigma = \alpha \mu$ ,  $\alpha = \text{const}$ . Твердость большинства нержавеющей сталей в 1,5-2 раза меньше высокоэнтропийных покрытий (таблица 2). Таким образом, уравнение (1) показывает, что коэффициент трения покрытия уменьшается при использовании высокоэнтропийного сплава и при уменьшении поверхностной энергии покрытия.

**Заключение**

Высокоэнтропийные покрытия обладают уникальными свойствами за счет образования в поверхностном слое наноструктуры. Это показано нами теоретически, рассматривая их методом квантовой термодинамики необратимых процессов, и экспериментально, рассматривая их методами электронной микроскопии, микротвердомера и автоматически измеряя коэффициенты трения. Уравнение (1) описывает коэффициент трения  $k$  пропорциональным времени движения при трении  $\Delta t$ , работе сил трения  $E_m = A = \sigma S$ , концентрации электронов  $\tilde{n}$ , поверхностной энергии  $\sigma$ , площади контакта  $S$  и обратно пропорционально времени релаксации  $\tau$  и энергии Гиббса  $G^0$  термостата. Для высокоэнтропийных покрытий  $G^0 = H - TS + PV \rightarrow S \sim 2R$  и коэффициент трения должен уменьшаться. Его уменьшение также связано с образованием наноструктур и зависимостью поверхностной энергии  $\sigma$  по Русанову А.И.:  $\sigma = K r \rightarrow 0$  при  $r \rightarrow 0$ .

**Работа выполнена по программе МОН РК. Гранты №0118PK000063 и №Ф.0781.**



**Список литературы**

1. Yeh J.-W., Chen S.-K., Lin S.-J., Gan J.-Y., Chin Ts.-Sh., Shun T.-Ts., Tsau Ch.-H., Chang Sh.-Y. Nanostructured High-Entropy Alloys with Multiple Principle Elements: Novel Alloy Design Concepts and Outcomes // *Advanced Engineering Materials*, 2004, Vol. 6, №8. - P. 299-303.
2. Yeh J.W., Chen Y.L., Lin S.J. High-entropy alloys – a new era of exploitation // *Materials Science Forum*, 2007, Vol. 560. – P. 1-9.
3. Wang Y.P., Li B.Sh., Heng Zh.F. Solid Solution or Intermetallics in a High-Entropy Alloy // *Advanced Engineering Materials*, 2009, Vol. 11, № 8. – P. 641-644.
4. Фирсов С.А., Горбань В.Ф., Крапивка Н.А., Печковский Э.П. Упрочнение и механические свойства литых высокоэнтропийных сплавов // *Композиты и наноструктуры*, 2011. - № 2. - С. 3-20.
5. Senkov O.N., Wilks G.B., Scott J.M., Miracle D.B. Mechanical Properties of Nb<sub>25</sub>Mo<sub>25</sub>Ta<sub>25</sub>W<sub>25</sub> and V<sub>20</sub>Nb<sub>20</sub>Mo<sub>20</sub>Ta<sub>20</sub>W<sub>20</sub> refractory high entropy alloys // *Intermetallics*, 2011. - Vol. 11. - P. 698-706..
6. Chou H.-P., Chang Y.-Sh., Chen S.-K., Yeh J.-W. Microstructure, thermophysical and electrical properties in Al<sub>x</sub>CoCrFeNi (0≤x≤2) high-entropy alloys // *Materials Science and Engineering B*, 2009. - Vol. 163. - P. 184-189.
7. Горбань В.Ф., Крапивка Н.А., Фирстов С.А. Высокоэнтропийные сплавы-электронная концентрация-фазовый состав-параметр решетки-свойства // *Физика металлов и металловедение*. - 2017. - Т. 118. - № 10. - С. 1017-1029.
8. Погребняк А.Д., Багдасарян А.А., Якушенко И.В., Береснев В.М. Структура и свойства высокоэнтропийных сплавов и нитридных покрытий на их основе // *Успехи химии*, 2014. - Т. 83(11). - С. 1027-1061.
9. Miracle D.B., Senkov O.N. A critical review of high entropy alloys and related concepts // *Acta Mater.*, 2017, Vol. 122. - P. 448–511.
10. Шайсултанов Д.Г. Структура и механические свойства высокоэнтропийных сплавов системы CoCrFeNiX (X=Mn, V, Mn, V, Al и Cu). – Дисс. канд. тех. наук, 2015. - Белгород. - 142 с.
11. Ивченко М.В. Структура, фазовые превращения и свойства высокоэнтропийных эквивалентных металлических сплавов на основе AlCrFeCoNiCu // Дисс. канд. физ.-мат. наук. Екатеринбург, 2015. - 167 с.
12. Юрченко Н.Ю. Разработка и исследование высокоэнтропийных сплавов с высокой удельной прочностью на основе системы Al-Cr-Nb-Ti-V-Zr. - Дисс. канд. тех. наук, Белгород, 2019. - 187 с..
13. Yurov V.M., Eremin E.N., Guchenko S.A. (2020). Wear resistance and tribological properties of high entropy coatings CrNiTiZrCu // *Eurasian Physical Technical Journal*, Vol.17, No.1 (33). – P. 13-18.
14. Юров В.М., Гученко С.А., Маханов К.М. Структурные свойства высокоэнтропийного покрытия TiNiZrCuCr // *Современные наукоемкие технологии*, 2020 №4. – С. 78-83.
15. Юров В.М., Гученко С.А., Маханов К.М. Атомно-силовая микроскопия высокоэнтропийных покрытий // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 2020, №4. – С. 62-67.
16. Юров В.М., Гученко С.А., Твардовский А.Н. Две мишени для магнетронного нанесения высокоэнтропийных покрытий // *Тенденции развития науки и образования*, 2020, №60 (1). – С. 28-34.
17. Юров В.М., Гученко С.А. Определение трения разнородных пар трибосопряжения // *Школа науки*, 2020, № 1(26). – С. 5-8.
18. Поволоцкий Д.Я., Гудим Ю.А. Производство нержавеющей стали. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1998. - 236 с.
19. Крагельский И.В., Виноградова И.Э. Коэффициенты трения. - М.: Машгиз, 1962. – 220 с.
20. Yurov V.M. Superfacial tension of pure metals // *Eurasian Physical Technical journal*, 2011, Vol. 8, № 1 (15). - P. 10-14.
21. Русанов А.И. (). Фазовые равновесия и поверхностные явления. Издательство "Химия", Ленинградское отделение, 1967. - 388 с.



# АРХИТЕКТУРА

---

## КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ

---

*Шило Анна Андреевна*  
студент магистратуры,  
ФГБОУ ВПО КГАСУ г.Казань

### INTEGRATED DEVELOPMENT OF THE TERRITORY

*Shilo Anna*  
graduate student,  
Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)

#### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются проблемы и перспективы комплексного освоения территории в России.

На сегодняшний день рынок недвижимости предлагает очень обширный выбор новостроек, в котором каждый покупатель сможет подобрать себе наиболее подходящий вариант, опираясь на различные характеристики, например, финансовые возможности.

Одной из ярких тенденций нашего времени можно назвать комплексное освоение территории. Понятие относительно новое для России, поэтому вызывает не малый интерес со стороны покупателей жилья. Комплексное освоение территории эффективно при развитии городов и сел, где достаточно участков под масштабные жилищные проекты. Так как в современных условиях остро стоит проблема дефицита земельных участков, то данную модель застройки можно считать эффективной и экономически выгодной [4].

Земельные участки для комплексного освоения территорий на сегодняшний день пользуются большим спросом. Ранее в мегаполисах можно было выстроить несколько домов практически в центре и присоединить их к уже имеющимся городским коммуникациям, но сейчас сделать это будет уже более проблематично. Поэтому застройщики рассматривают территории на окраине и разрабатывают для новостроек новые концепции. В итоге покупатель получает необычный проект с развитой инфраструктурой и множеством преимуществ<sup>1</sup>.

#### ABSTRACT

This article examines the problems and prospects of the integrated development of the territory in Russia.

Today the real estate market offers a very wide selection of new buildings, in which each buyer can choose the most suitable option for himself, based on various characteristics, for example, financial capabilities.

One of the brightest trends of our time is the integrated development of the territory. The concept is relatively new for Russia, therefore it arouses considerable interest on the part of home buyers. Integrated development of the territory is effective in the development of cities and villages, where there are enough plots for large-scale housing projects. Since in modern conditions the problem of a shortage of land plots is acute, then this development model can be considered effective and economically profitable [4].

Land plots for integrated development of territories are in great demand today. Previously, in megacities, it was possible to build several houses practically in the center and connect them to the existing city communications, but now it will be more problematic to do this. Therefore, developers are considering territories on the outskirts and developing new concepts for new buildings. As a result, the buyer gets an unusual project with a developed infrastructure and many advantages.

**Ключевые слова:** комплексное освоение территории, строительство, градостроительство

**Key words:** integrated development of the territory, construction, urban planning

#### *Понятие комплексного освоения территории*

Понятие комплексное освоение территории (КОТ) включает в себя целый ряд понятий, которые входят в систему деятельности по освоению территории: подготовка документации по планировке территории, формирование земельных участков, строительство объектов инфраструктуры и других объектов (ст. 46.4 ГрК РФ)<sup>2</sup> и т.д.

Комплексное освоение территории (КОТ) – это проекты застройки земель, подразумевающие масштабное строительство жилых комплексов общей площадью не менее ста тысяч квадратов. Обычно комплексное освоение территории подразумевает под собой жилье эконом и комфорт-класса для покупателей со средним уровнем

---

<sup>1</sup> Консультационно-аналитический портал «Экономика и жизнь» // EG-ONLINE.RU URL: <https://www.eg-online.ru/>.

<sup>2</sup> Статья 46.4 ГрК РФ. Договор о комплексном освоении территории. (ред. от 02.08.2019) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.11.2019);

достатка. Такое освоение территории предполагает выработку оптимального сочетания объектов как жилой недвижимости, так и коммерческой, которые ориентируются на размещение предприятий, предоставляющие услуги для

населения и бизнеса. Таким образом, создается единая социальная среда, привлекательность которой обеспечивается сбалансированностью градостроительных решений<sup>3</sup>.



Рисунок 1. Пример комплексного освоения территории

Проекты КОТ проводятся долгосрочными. Существуют большие риски и огромная вероятность, при отсутствии государственной поддержки, что произойдет задержка или замедление темпов реализации проекта комплексного освоения территории.

Данная модель застройки должна включать в себя всю сопутствующую инфраструктуру (школы, дошкольные учреждения, магазины, аптеки и т.д), которая возводится силами строительной организации, но зачастую происходит так, что в проектах КОТ объекты жилой недвижимости находятся без должной инфраструктуры и прочих важных объектов, а людям, которые купили недвижимость приходится жить среди «чистого поля» [14].

#### Проблемы

Главной проблемой является несогласованности действий муниципальных представителей власти и девелоперов, и стремление застройщиков получить как можно больше прибыли<sup>4</sup>.

Так же своевременное обеспечение территорий инженерными сетями, дорогами, объектами социально-культурного и бытового обслуживания является проблемой. Утверждение

проекта планировки территории (ППТ) не связано с включением предусмотренных ими объектов в программу строительства города, даже при внесении в данную программу не дается стопроцентная гарантия на выделение бюджетных средств. Эта нагрузка снова ложиться на плечи девелопера [5].

Поэтому комплексным освоением территорий должны называться не просто жилые дом, но целостная комфортная среда обитания; приобретая жилье, покупатель получает не только жилплощадь, но и возможность полноценной социальной жизни на территории своего квартала.

#### Перспективы и выгода

Не нужно забывать и о себестоимости строительства. На самом деле, чем масштабнее проект реализует застройщик, тем дешевле он обойдется. Поэтому даже с учетом необходимости обустроить все близлежащие к новостройкам территории, он получает существенную прибыль. К тому же можно заинтересовывать покупателя всевозможными скидками, акциями, снижающими первоначально заявленную стоимость жилья на десять-тридцать процентов. Подобный подход не может не подкупать будущих собственников квартир<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Онлайн-газета деловых новостей «Реальное время» // REALNOEVREMYA.RU URL: <https://realnoevremya.ru/>;

<sup>4</sup> Политическое интернет-издание «Газета.Ru» // GAZETA.RU URL: <https://www.gazeta.ru/>.

<sup>5</sup> Деловой журнал «Бизнес» // BUSINESSMAN.RU URL: <https://businessman.ru/>.

Большинство покупателей, которые уже стали владельцами жилья в подобных проектах, с восторгом рассказывают о них друзьям и знакомым, что еще больше повышает интерес к данной модели [16].

Во-первых, их подкупает современное оснащение жилищных комплексов. Обычно в них входит видеонаблюдение, спортивные и детские площадки, тщательно продуманные парковые зоны и переходы через проезжую часть.

Во-вторых, стоимость. В проектах комплексного освоения территории стоимость жилья ниже, чем в точечной застройке примерно на 15%.

В-третьих, автономности проживания. Все нужное для комфортной жизни находится в шаговой доступности. Это оказывает существенное влияние на качество жизни – нет нужды ежедневно терять драгоценные часы в пробках, появляется больше свободного времени для общения с близкими<sup>6</sup>.

*Увеличение эффективности управления и воплощения проектов КОТ*

Для увеличения эффективности управления и воплощения проектов КОТ, можно использовать следующие методы:

1) Создание специализированной управляющей компании, которая будет заниматься только данным проектом, в течение всего его жизненного цикла.

Из-за того, что каждому проекту требуется много внимания, более целесообразным решением будет создание нового юридического лица

(девелоперская компания), которое будет отвечать за осуществление проекта;

2) Сокращение срока утверждения документации с помощью перехода на полный электронный документооборот;

3) Устанавливание единых градостроительных образцов;

4) Привлечение свободных земельных участков;

5) Создание структурированной формы согласования необходимой документации;

6) Привлечение опытных экспертов, работающих в данной области;

7) Постоянный контроль над проектом как девелоперов, так и муниципальных органов;

8) При планировании концепции проекта использовать компьютерные программы [15].

Таким образом, новые формы девелопмента будут направлены на создание комплексных застроек, которые будут содержать в себе полный комплекс объектов недвижимости, необходимый для комфортабельного проживания. Новые методы в комплексной застройке требуют новых подходов<sup>6</sup>.

*Комплексное освоение территории в России*

Наибольший объем дорогостоящих проектов сконцентрирован в Московской области. Здесь суммарно возводится пять комплексных жилых проектов, в которые суммарно инвестировано \$16,9 млрд. В Санкт-Петербурге строятся четыре проекта на \$9 млрд.

Самый крупный комплекс в Москве — ЖК «Зиларт» группы ЛСР, в который вложено \$2,5 млрд.

Таблица 1

**Топ-20 крупнейших проектов комплексного освоения территории в России**

Месторасположение	Название проекта
г.Екатеринбург	Жилой микрорайон «Академический»
Московская область	Жилой комплекс «Большое Домодедово»
г.Краснодар	Жилой микрорайон «Восточно-Кругликовский»
Краснодарский край	Миниполис «Куб-А»
г.Пенза	Жилой район «Спутник»
Московская область	Жилой район «Пригород Лесное»
г.Санкт-Петербург	Жилой микрорайон «Планетоград»
г.Москва	Жилой микрорайон «Зиларт»
Ленинградская область	Город-спутник «Евроград»
г.Ростов-на-Дону	Жилой микрорайон «Суворовский»
г.Санкт-Петербург	Жилой комплекс «Солнечный город»
Московская область	Жилой микрорайон «Микрогород в лесу»
г.Санкт-Петербург	Жилой микрорайон «Цветной город»
г.Санкт-Петербург	Жилой микрорайон «Чистое небо»
Московская область	Жилой микрорайон «Новорижские кварталы»
Нижегородская область	Жилой район «Новинки Smart City»
г.Чебоксары	Жилой район «Новый город»
Московская область	Жилой микрорайон «Новый Зеленоград»
Ленинградская область	Жилой комплекс «Новоселье – городские кварталы»

<sup>6</sup> Петербургские комментарии. Информационно-аналитический портал // PETERCOM.RU URL: <http://petercom.ru/>.

г.Самара

Микрорайон «Волгарь»

*Комплексное освоение территории в г.Казани*  
Помимо Москвы и Санкт-Петербурга, в Казани тоже набирают обороты проекты комплексного освоения территорий.

Девелоперы Казани уверены, что точечные застройки остались в прошлом. Одной из первых в Казани начала осваивать комплексную застройку компания «Ак Барс Девелопмент»<sup>7</sup>.

Жилой комплекс рассчитан в общей сложности на 30 тысяч жителей. Он находится в центре Советского района, расположен в 15-минутной доступности до центра города. Рядом

находятся крупнейшие торговые центры «ИКЕА», «Мега-Казань», «ОБИ», Международный конно-спортивный комплекс «Казань».

В ЖК «Казань XXI Век» решены все вопросы благоустройства, продуманы паркинги (общей площадью 26,4 тыс. кв. м.), развивается сфера услуг (магазины шаговой доступности, салоны красоты, комплекс медицинских и фитнес-услуг).

На территории жилого комплекса находятся три детских сада и Центр образования (с крытым бассейном и большим стадионом).



*Рисунок 2. ЖК XXI Век от «Ак Барс Девелопмент*

<sup>7</sup> Управление государственной экспертизы и ценообразования Республики Татарстан по

строительству и архитектуре GOSEKSPERTIZA-RT.RU URL: <http://goseksper,tiza-rt.ru/>;



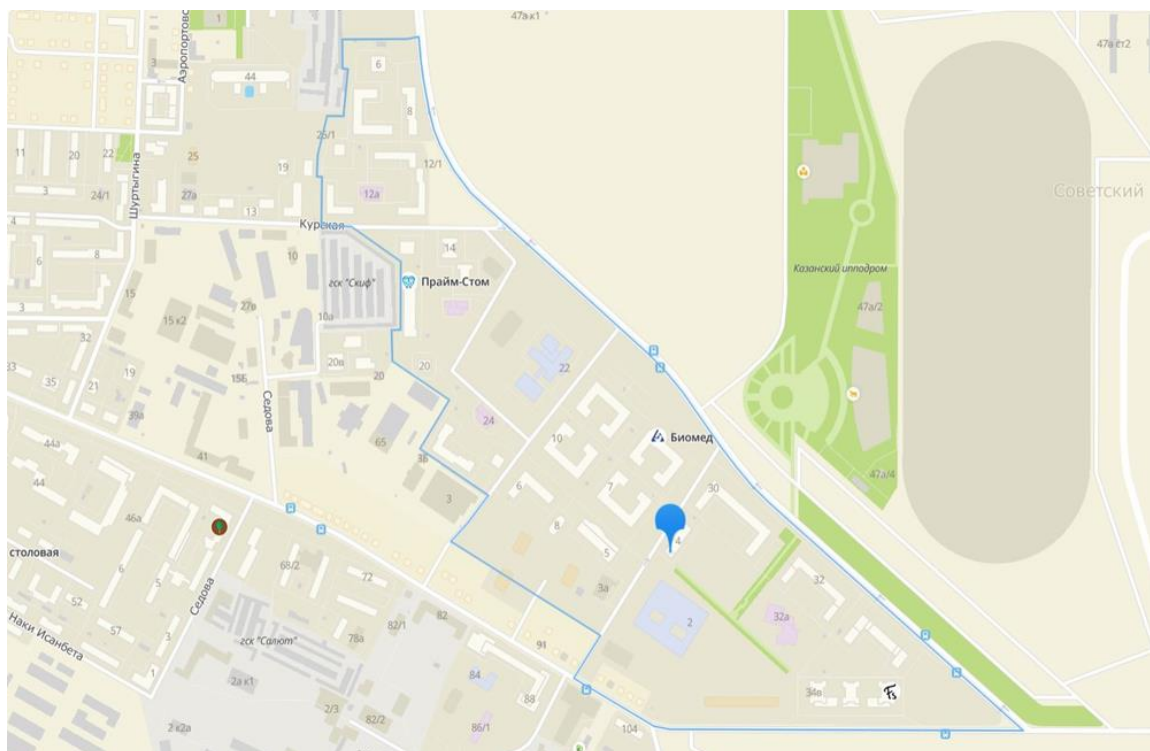


Рисунок 3. Расположение жилого комплекса

Свободной площади для застройки становится все меньше, поэтому конкуренция среди застройщиков постоянно растет. В этих условиях некоторые компании начинают осваивать территории за пределами города. Одним из ярких примеров может служить ЖК «Царево Village», построенный компанией «Унистрой».

Царево Village – эко-комплекс, расположенный в 10 минутах езды от Казани в экологически чистом Пестречинском районе Республики Татарстан.

Собственная инфраструктура на территории, лес и озеро в шаговой доступности,

благоустройство с учетом последних европейских тенденций, современные комфортабельные квартиры с продуманными инженерными коммуникациями.

Естественный природный ландшафт и качественный подход к оснащению общественных пространств.

На территории комплекса 2 детских сада, детские и спортивные площадки, а также большой эко-парк с живописными прогулочными аллеями и собственной зоной для барбекю и пикников.



Рисунок 4. ЖК «Царево Village» от «Унистрой»

Согласно Генплану, в ближайшие годы границы города не изменятся, но сама Казань будет развиваться комплексно. Это предполагает развитие районов не только в центре, но и на периферии. Наряду с

жильем в них будут предусмотрены места приложения труда, социальные объекты, в том числе детские сады и школы, объекты

здравоохранения, а также дорожно-транспортная инфраструктура<sup>8</sup>.

Разработчики Генплана подсчитали, что за 20 лет Казань должна прирасти на 16 млн кв.м жилья, до 46 млн кв.м.

### СЦЕНАРИЙ ПРОГНОЗА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА КАЗАНЬ ДО 2035 ГОДА

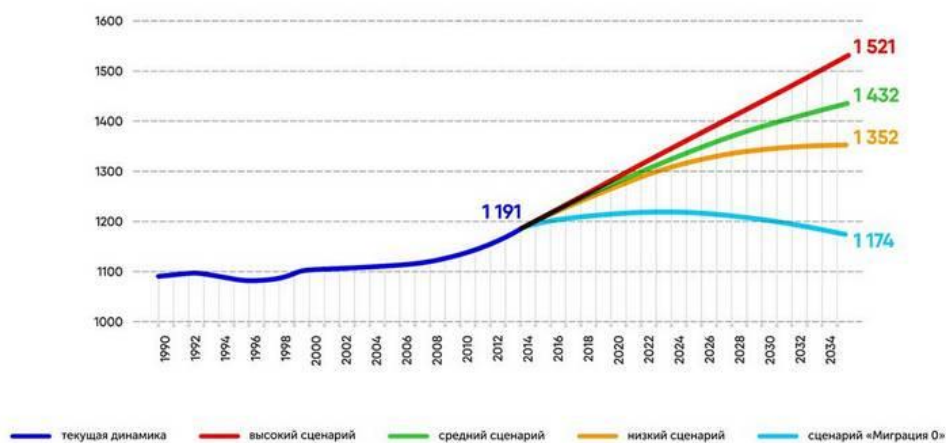


Рисунок 5. Численность населения городского округа Казань до 2035 года. Перспективы

Для строительства такого объема жилья планируется использовать бывшие промышленные зоны и депрессивные территории, а также новые площадки на периферии города<sup>9</sup>.

Предполагается комплексное освоение территории в районе улиц Аделя Кутуя, Гвардейская и проспекта Победы. Там появится современная застройка с развитой инфраструктурой, в том числе с созданием новых озелененных пространств. Новые жилые районы запланированы в районе Ферма-2, у озера Средний Кабан и на территории бывших артиллерийских складов в Аракчино. В Константиновке предусмотрено комплексное развитие территории, выделенной под участки для многодетных семей<sup>10</sup>.

Подводя итог можно сказать, что на сегодняшний день комплексное освоение территории – это экономически правильный и эффективный выбор застройщиков, когда создается не просто жилой дом, а целая комфортная среда обитания с развитой инфраструктурой. Приобретая квартиру в таком объекте, покупатель получает не только собственную жилплощадь, но и возможность приятно и с пользой проводить свое свободное время на территории квартала [6].

Для того, чтобы достичь высокого уровня комплексной застройки территорий в нашей стране, надо приложить еще немало усилий. Самая главная задача – создать условия для оптимального взаимодействия муниципальных властей и

застройщиков, чтобы развитие кварталов действительно осуществлялось комплексно и последовательно.

#### Литература

- 1) Деловой журнал «Бизнес» // BUSINESSMAN.RU URL: <https://businessman.ru/>;
- 2) Официальный портал Казани // KZN.RU URL: <https://www.kzn.ru/>;
- 3) Петербургские комментарии. Информационно-аналитический портал // PETERCOM.RU URL: <http://petercom.ru/>;
- 4) Форум жильцов // REPORTAL.RU URL: <https://reportal.ru/>;
- 5) Российский форум // SKYSCRAPERCITY.COM URL: <https://www.skyscrapercity.com/>;
- 6) Новостной портал экономики России и мира // DP.RU URL: <https://www.dp.ru/>;
- 7) Новостной портал // RT.RBC.RU URL: <https://rt.rbc.ru/>;
- 8) Сервер недвижимости Казани // TATRE.RU URL: <http://www.tatre.ru/>;
- 9) Онлайн-газета деловых новостей «Реальное время» // REALNOEVREMYA.RU URL: <https://realnoevremya.ru/>;
- 10) База объявлений по поиску недвижимости // DOMDROM.RU URL: <https://domdrom.ru/>;
- 11) Управление государственной экспертизы и ценообразования Республики Татарстан по

<sup>8</sup> Новостной портал // RT.RBC.RU URL: <https://rt.rbc.ru/>.

<sup>9</sup> Официальный портал Казани // KZN.RU URL: <https://www.kzn.ru/>.

<sup>10</sup> Онлайн-газета деловых новостей «Реальное время» // REALNOEVREMYA.RU URL: <https://realnoevremya.ru/>.

строительству и архитектуре // GOSEKSPERTIZA-RT.RU URL: <http://goseksper,tiza-rt.ru/>;

12)Консультационно-аналитический портал «Экономика и жизнь» // EG-ONLINE.RU URL: <https://www.eg-online.ru/>;

13)Политическое интернет-издание «Газета.Ru» // GAZETA.RU URL: <https://www.gazeta.ru/>;

14)Журнал правовых и экономических исследований 2015, 2: 137–140, С.В. Бабенко, 2015;

15)Молодой ученый Международный научный журнал №12 (250)/2019;

16)Вестник гражданских инженеров, СПбГАСУ, 2018.

# Евразийский Союз Ученых.

## Серия: технические и физико-математические науки

Ежемесячный научный журнал  
№ 6 (87)/2021 Том 1

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Макаровский Денис Анатольевич**

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

**Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

**Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

**Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

**Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

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

Художник: Валегин Арсений Петрович  
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:  
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А  
E-mail: [info@euroasia-science.ru](mailto:info@euroasia-science.ru) ;  
[www.euroasia-science.ru](http://www.euroasia-science.ru)

Учредитель и издатель ООО «Логика+»  
Тираж 1000 экз.