

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Горюнова Анна Михайловна

**Автоматизация принятия решений по оценке
технического состояния промышленных объектов**

**05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации
05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами**

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Соловьев Николай Алексеевич

Оренбург 2018

Проблемы практики предметной области

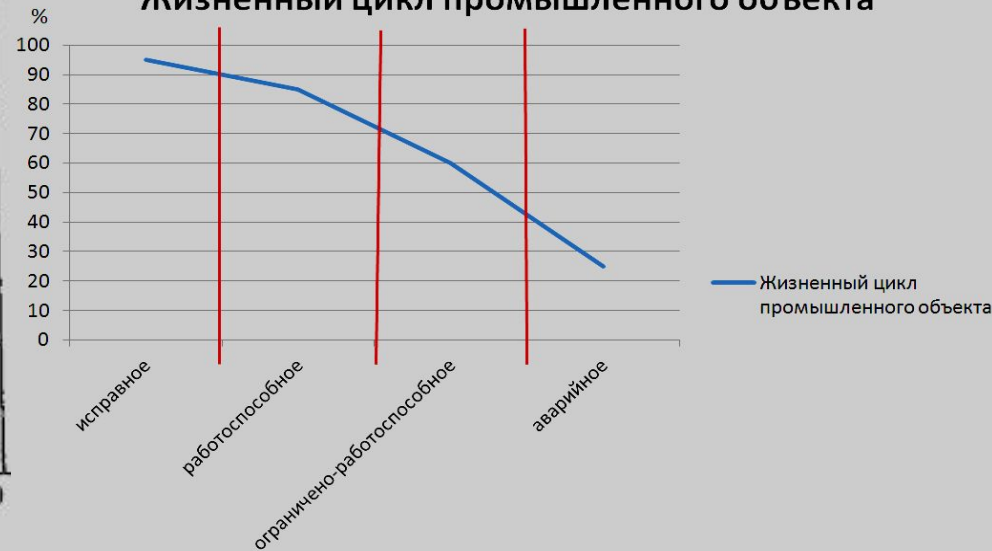
Схема информационных процессов предметной области



Зависимость затрат на ремонт и уровня физического износа



Жизненный цикл промышленного объекта



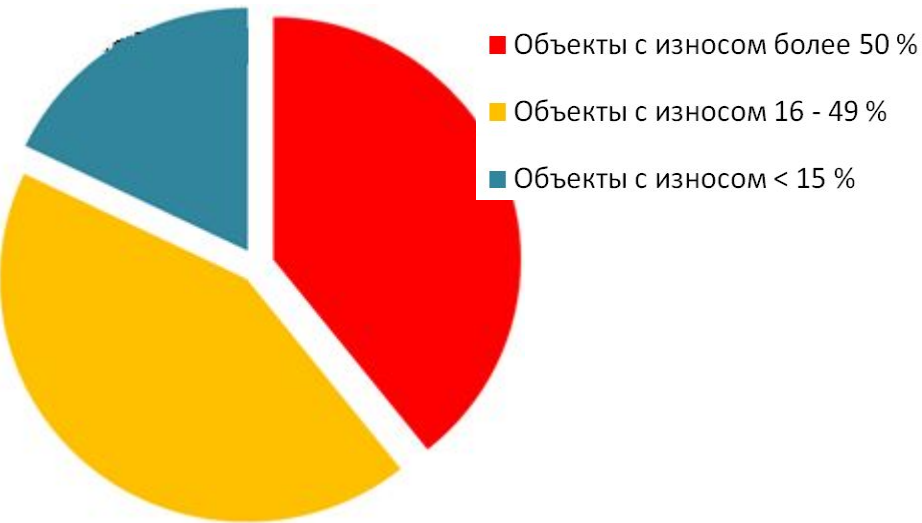
Минимальная продолжительность эффективной эксплуатации

Виды жилых зданий, объектов коммунального и промышленного назначения по материалам основных конструкций	Продолжительность эффективной эксплуатации, лет	
	до постановки на текущий ремонт	до постановки на капитальный ремонт
Полносборные крупнопанельные, крупноблочные, со стенами из кирпича, натурального камня и т.п. с железобетонными перекрытиями при нормальных условиях эксплуатации (жилые дома)	3-5	15-20
Здания с аналогичным температурно-влажностным режимом основных функциональных помещений	3-5	20-25
То же при благоприятных условиях эксплуатации, при постоянно поддерживаемом температурно-влажностном режиме (музеи, архивы, библиотеки и т.п.)	2-3	10-15
То же при тяжелых условиях эксплуатации, повышенной влажности, агрессивности воздушной среды, значительных колебаниях температуры (бани, прачечные, бассейны, бальнео- и грязелечебницы и т.п.), а также открытые сооружения (спортивные, зрелищные и т.п.)	2-3	15-20
Со стенами из кирпича, натурального камня и т.п. с деревянными перекрытиями: деревянные, со стенами из прочих материалов при нормальных условиях эксплуатации (жилые дома и здания с аналогичным температурно-влажностным режимом основных функциональных помещений)	2-3	8-12

Периодичность
ремонтов
производственных
зданий

Группа капитальности	Периодичность ремонта, лет		капитального
	текущего при общем износе здания, %		
	до 60	более 60	
1	3-5	2-4	18-25
2, 3	3-5	2-4	15-20
4, 5	3-5	2-3	12-15
6, 7	3-4	2	12-15
8	3-4	2	Нецелесообразен

Физический износ объектов
промышленного назначения



Параметры оценки технического
состояния пром. объекта

- 1) Физический износ;
- 2) Моральный износ;
- 3) Возраст;
- 4) Группа капитальности;
- 5) Тип конструкции (объекта);
- 6) Дефекты (отклонение от нормали, отсутствие элемента, трещина и т.д.

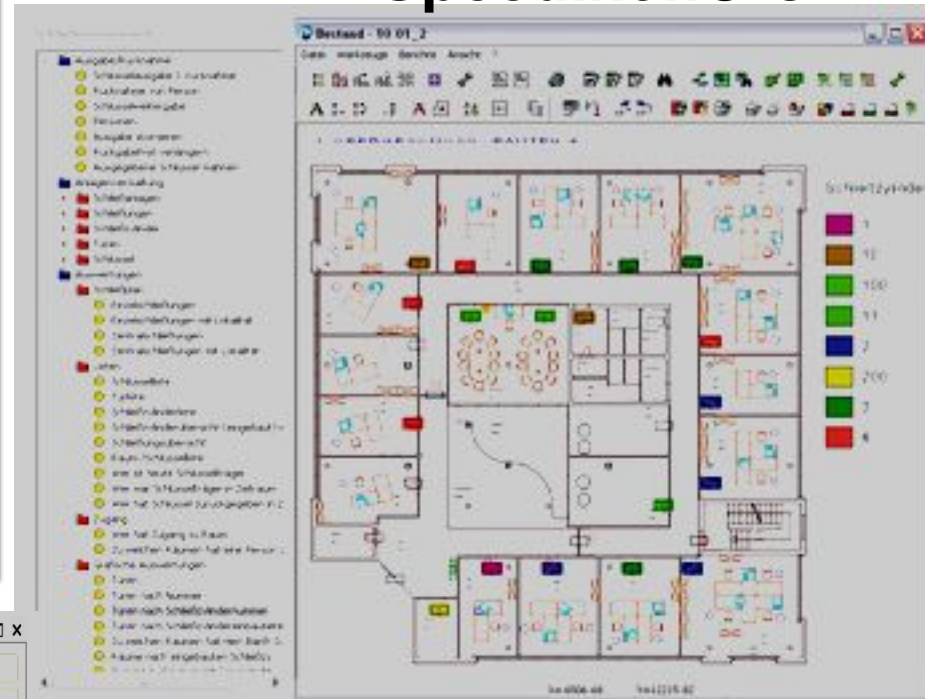
Объект: информационное и программное обеспечение системы поддержки принятия решений оценки технического состояния промышленных объектов

$$OI = \{ MT_i \{ MO_{ij} \{ CP_{ijk} \} \} \},$$

где MT_i – метод и средства принятия управленческих решений;
 MO_{ij} – модель объекта;
 CP_{ijk} – средства принятия управленческих решений.



BIM - Building Information Modeling



АРМ АРХИВ

ИНВЕНТАРНЫЕ ДЕЛА (БЕЗ ОТБОРА)

Номер	Адрес
5454545	Смоленская обл., Смоленск, ул Кирова, д. 25
1235	Смоленская обл., р-н Дорогобужский, г. Дорогобуж, ул Ермолова Васильева, д. 6
5456454	г. Смоленск, ул. Смирнова, д. 6
22	Смоленская обл., Смоленск, ул. Ленина, д. 8
2345	Смоленская обл., р-н Дорогобужский, д. Каськово, д. 5
00679580	Смоленская обл., г. Брянск, пер. 1-й Красноармейский, д. 6
00679581	Смоленская обл., Смоленск, ул. Толмачева, г-ок. Гаражно-строительный кооператив Лебедь, д. 6/н, Ач...
00679586	Смоленская обл., Смоленск, ул. Киевская 2-я, г-ок. Гаражно-строительный кооператив Локотиев, д. 6/...
00681961	Смоленская обл., р-н Ачинский, д. 6/н, Ачинск (г.), Южная промзона (ул.), литер В, В1, Квартал В1, стр...
01510016	Смоленская обл., Смоленск, ул. Киевская 2-я, г-ок. Гаражно-строительный кооператив Локотиев, д. 6/...
01510094	Смоленская обл., р-н Ачинский, д. 6/н, Ачинск (г.), Южная промзона (ул.), литер В, Квартал 9, строени...
01527346	Смоленская обл., р-н Ачинский, д. 6/н, Ачинск (г.), Южная промзона (ул.), литер В, В8, Квартал №1, ст...
01577348	Смоленская обл., р-н Смоленский, д. 6/н, Смоленск (г.), Южная промзона (ул.), литер В, Район города 4 кв...

Состав объектов по инвентарному делу

- Состав инвентарного дела
- [Зеленый участок] ЗУ
- [МКД] А, 100-квартирный жилой дом
 - [Квартира] 1
 - [П-Ж] 23
 - [Квартира] 25

ИНФОРМАЦИЯ ПО ОБЪЕКТУ (А, 100-квартирный жилой дом)

ИНВЕНТАРИЗАЦИИ	ТЕХПЛАНЫ	ПРАВООБЛАДАТЕЛИ	ОБРЕМЕНЕНИЯ	ОЦЕНКА
Дата	Техник	Бригадир	Изменено	Автор изменения
06.02.2014	Фирсанов О. И.		17.02.2014	Администратор
17.02.2014	Фирсанов О. И.		17.02.2014	Администратор
19.02.2014	Фирсанов О. И.		31.03.2014	Администратор

Условия отбора [Выбра...]

Условия отбора	Значения отбора
<input type="checkbox"/> Номер инвентарного дела	
<input type="checkbox"/> Административный район	
<input type="checkbox"/> Район (территориальный)	
<input type="checkbox"/> Город	Смоленск
<input type="checkbox"/> Населенный пункт	
<input type="checkbox"/> Улица	Кирова
<input type="checkbox"/> Дом	25
<input type="checkbox"/> Корпус	
<input type="checkbox"/> Строение	
<input type="checkbox"/> Адрес (по строке)	



Возникающие противоречия требований практики и состояния теории оценки ТС объектов промышленности

Проблемы практики

- Малый срок эксплуатации промышленных объектов до остановки на ремонт
- Проблемы категорирования в граничных случаях
- Увеличение временных интервалов поступления данных о текущем состоянии объекта
- Повышение требований к достоверности принятия решений о проведении ремонтно-восстановительных мероприятий
- В НМО не определены показатели снижения несущей способности конструкций при переходе из категории в категорию в процессе длительной эксплуатации
- Проведение ремонта на основании регламента (планово-предупредительный ремонт)
- Рост стоимости планово-предупредительного ремонта
- Рост физического и морального износа промышленных объектов

Проблемы теории

- Отсутствие инструментов, способных определять техническое состояние объектов производственного назначения
- Затруднение обработки неточных противоречивых данные, получаемых путем сбора субъективных экспертных оценок
- Использование ИТ при решении задач в данной сфере на текущий момент ограничено учетом объектов промышленного назначения

Проблема между ростом информационного поля оценки состояния объектов промышленного назначения и отсутствием средств автоматизации, способных провести оценку

Предмет исследования где $M(A)$ – модель оценки технического состояния промышленного объекта; $A(ПС)$ – алгоритмы (программные средства) оценки ТС; $PI = \{ M, A, (ПС), I \}$ I – информация для принятия решений.

Предмет исследования: методы, модели и средства принятия решений в сфере оценки технического состояния объектов промышленного назначения

Границы исследования – оценка технического состояния с целью перехода от планово-предупредительного ремонта к ремонту по состоянию объектов промышленного назначения.

Цель исследования – повышение точности определения технического состояния объектов производственного назначения и определение оптимального срока их эксплуатации для проведения различных типов ремонтно-восстановительных мероприятий

$$K(a_i) = \frac{\prod_{i=1}^m k_i(a)}{\prod_{i=m+1}^L(a)}$$

a_i – альтернатива (тип ремонта),

$k_i(a)$ - совокупность частных показателей (дефектов)

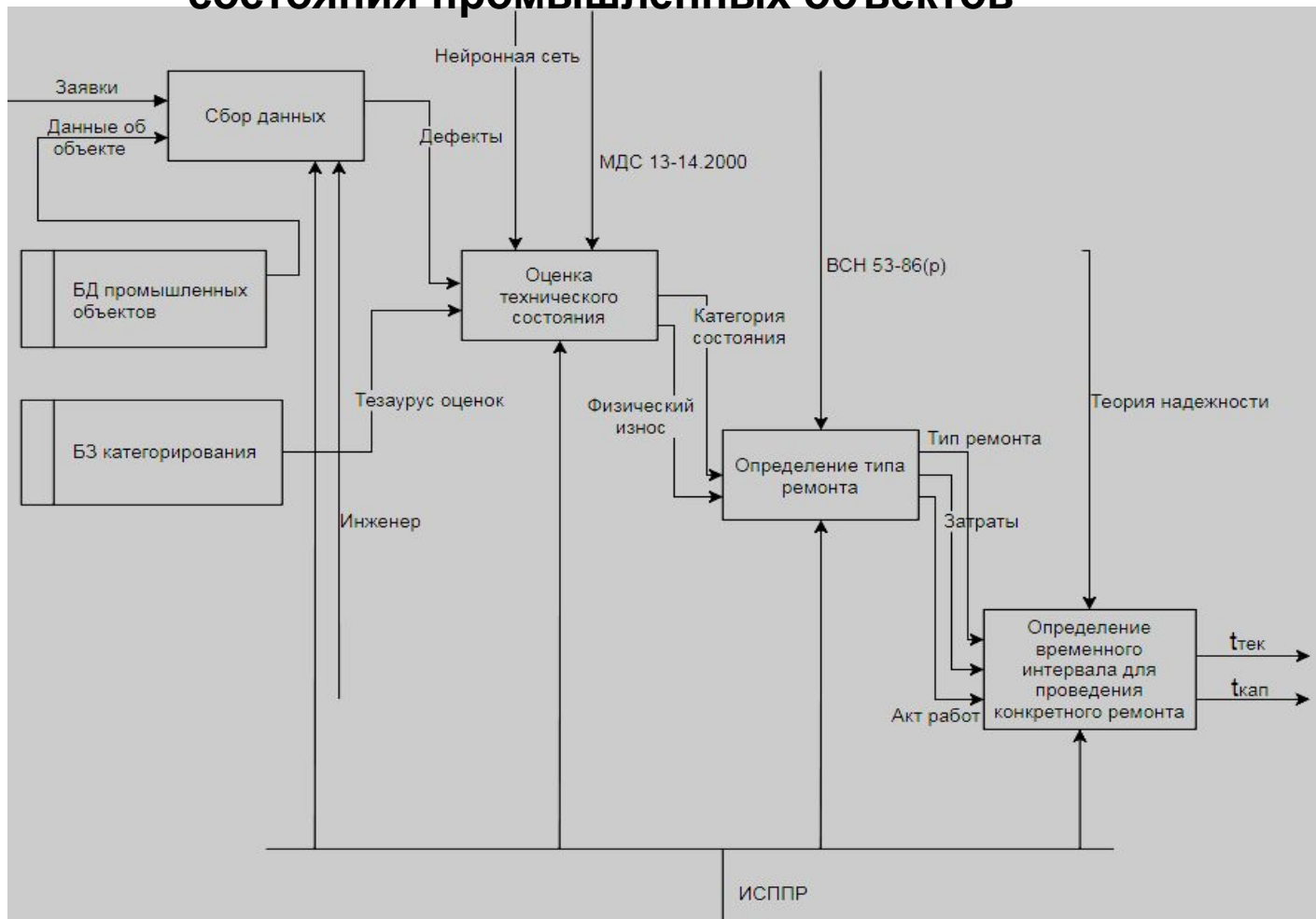
Задачи исследования:

- 1) системный анализ процесса оценки технического состояния объектов промышленного назначения;
- 2) разработать модель категорирования технического состояния промышленных объектов;
- 3) построить методику использования результатов моделирования для перехода от планово-предупредительного ремонта к ремонту по состоянию;
- 4) разработка методики оптимизации межремонтного периода для обоснования перехода к ремонту по состоянию промышленных объектов;
- 5) разработка интеллектуального управления оценки технического состояния промышленных объектов на основе системы поддержки принятия решений;
- 6) экспериментальные исследования эффективности предложенных технических решений.

Концепция исследования

Гипотеза - о возможности перехода от планово-предупредительного ремонта к ремонту по состоянию посредством выявления наличия функциональной зависимости между параметрами типа износа и затратами на проведение ремонтно-восстановительных мероприятий.

Функциональная модель технологических процессов оценки технического состояния промышленных объектов



Методика проведения исследования

Системный анализ процесса оценки технического состояния объектов промышленного

1.1 Исследование особенностей оценки технического состояния промышленных объектов

назначения
1.2 Изучение существующих аналогов

1.3 Концептуальная постановка задач

Развитие моделирующего аппарата оценки технического состояния промышленного

2.1 Выбор методов и модели описания процесса оценки технического состояния объектов

2.2 Построение модели процесса оценки технического состояния

2.3 Выбор методов нечеткой логики для оценки технического состояния

Разработка информационно-аналитическая система оценки технического состояния промышленного объекта

3.1 Разработка архитектуры программной системы

3.2 Разработка структуры данных

3.3 Разработка алгоритма

3.4 Оценка эффективности предлагаемых решений

Экспериментальная оценка эффективности предлагаемых решений

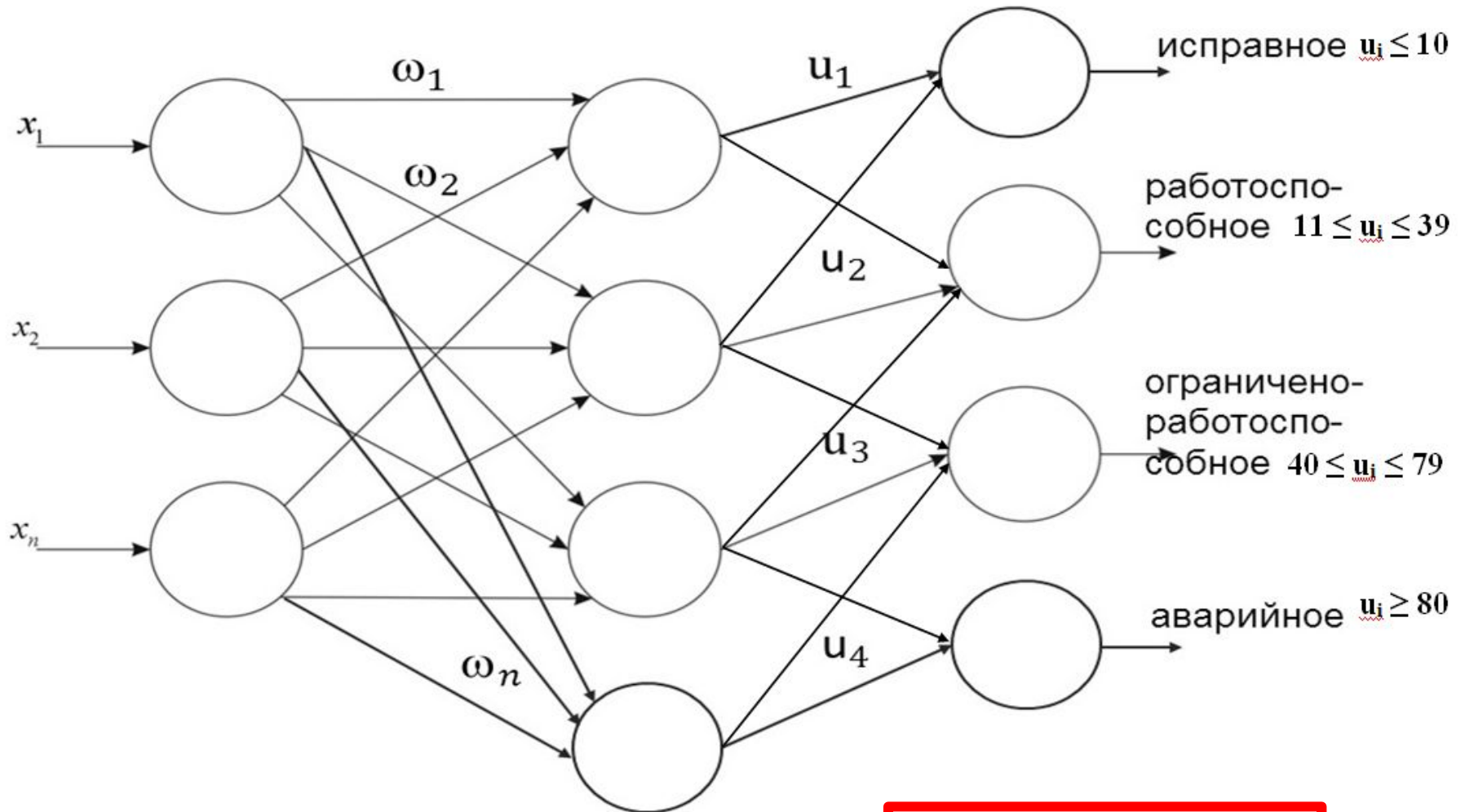
4.1 Методика оценки эффективности

4.2 Планирование экспериментальных исследований

4.3 Оценка результатов эксперимента

4.4 Направление дальнейших исследований

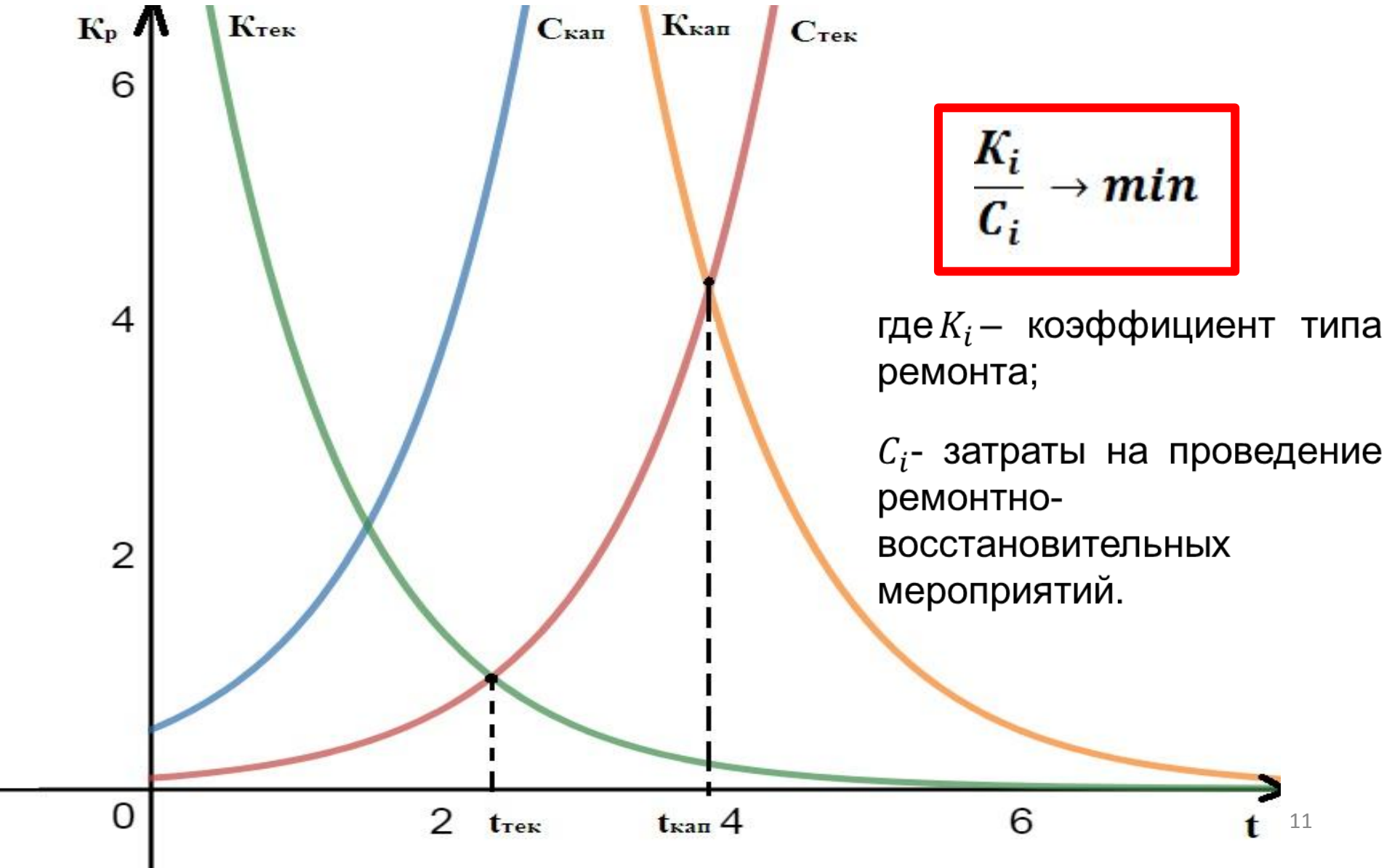
1. Определение технического состояния объектов производственного назначения



x_i – дефекты, выявленные на объекте
 ω_{ij} - вес показателя

$$u_i = \sum_{i=1}^n x_i \times \omega_i$$

2. Определение оптимального срока эксплуатации объектов производственного назначения для проведения различных типов ремонтно-восстановительных мероприятий



Speedikon® C

В основе управления жизненным циклом лежит старение компонентов, которое описано в версии Speedikon® C моделируется по кривым старения. Этот метод основан на оцененных сроках жизни компонентов, которые заостряются регулярными оценками. В зависимости от важности компонента это происходит каждые 2-5 лет. Интеллектуальные алгоритмы адаптируют кривые старения к реальности на основе этих данных и, таким образом, позволяют получать надежные характеристики состояния. Прогнозы затем определяют, когда ожидается конец жизни компонента, и его необходимо заменить. С помощью графиков и светофоров здания и объекты могут контролироваться для их состояния и сразу же распознавать, где требуется действие.

В дополнение к моделированию состояния система предлагает моделирование затрат. Это может быть основой для планирования бюджета и инвестиций. На переднем плане прозрачность: узнайте с первого взгляда, в каком состоянии ваши здания и объекты, докажите, что вы работаете в соответствии с законом, не испытываете никаких неприятных сюрпризов, но планируете будущее.



BIM - Building Information Modeling

Информационное моделирование зданий и использование данных для жизненного цикла зданий и сооружений.

Связывание BIM с жизненным циклом по временной шкале. Это означает, что вся информация в любой момент в прошлом все еще известна, извлекается и включается в оценки. По прогнозам, будущие ситуации могут быть оценены.



Информационное поле жизненного цикла объекта



Управление предприятием «БТИ»

- ведение электронного архива инвентарных дел;
- регистрация и учет заказов физических лиц;
- регистрация и учет заказов юридических лиц;
- распределение технических инвентаризаций и других видов работ, и контроль за их исполнением;
- выполнение камеральных работ (техпаспорта, технические планы, межевые планы, сметы);
- расчет оценочной стоимости объектов согласно сборникам УПВС;
- выполнение работ по подготовке справок и выписок;
- организация хранения файлов с графической информацией;
- отслеживание оплаты по заказам (связь с любыми системами бухучета);
- подготовка выходных форм отчетности.

The screenshot displays the 'АРМ АРХИВ' (Archive Management System) interface. The main window is titled 'ИНВЕНТАРНЫЕ ДЕЛА [БЕЗ ОТБОРА]' and contains a table with the following data:

Номер	Адрес
5454545	Смоленская обл, г Смоленск, ул Кирова, д. 25
1235	Смоленская обл, р-н Дорогобужский, г Дорогобуж, ул Ермолая Васильева, д. 6
5456454	г Смоленск, ул Смирнова, д. 6
22	Смоленская обл, г Смоленск, ул Ленина, д. 8
2345	Смоленская обл, р-н Дорогобужский, д Каськово, д. 5
00679580	Смоленская обл, г Брянск, пер 1-й Красноармейский, д. 6
00679581	Смоленская обл, г Смоленск, ул Толмачева, госк Гаражно-строительный кооператив Лебедь, д. б/н, Ач...
00679586	Смоленская обл, г Смоленск, ул Киевская 2-я, госк Гаражно-строительный кооператив Локомотив, д. б/...
00681961	Смоленская обл, р-н Ачинский, д. б/н, Ачинск (г.), Южная промзона (ул.), литер В, В1, Квартал VI, стр...
01510016	Смоленская обл, г Смоленск, ул Киевская 2-я, госк Гаражно-строительный кооператив Локомотив, д. б/...
01510094	Смоленская обл, р-н Ачинский, д. б/н, Ачинск (г.), Южная промзона (ул.), литер В, Квартал 9, строени...
01527346	Смоленская обл, р-н Ачинский, д. б/н, Ачинск (г.), Южная промзона (ул.), литер В, В8, Квартал №1, ст...
01527348	Смоленская обл, р-н Ачинский, д. б/н, Ачинск (г.), Южная промзона (ул.), литер В, Район города 4 ква...

Below the main table, there are two additional panels:

- СОСТАВ ОБЪЕКТОВ ПО ИНВЕНТАРНОМУ ДЕЛУ**: A tree view showing the structure of the inventory case, including 'Земельный участок' ЗУ, 'МКД' А, 100 -квартирный жилой дом, and individual apartments (Квартира 1, 23, 25).
- ИНФОРМАЦИЯ ПО ОБЪЕКТУ [А, 100 -КВАРТИРНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ]**: A table showing the history of inventory work for the selected object.

Дата	Техник	Бригадир	Изменено	Автор изменения
06.02.2014	Фирсанов О. И.		17.02.2014	Администратор
17.02.2014	Фирсанов О. И.		17.02.2014	Администратор
19.02.2014	Фирсанов О. И.		31.03.2014	Администратор

The interface also includes a search filter panel on the right with various selection criteria like 'Условия отбора', 'Административный район', 'Город', 'Улица', etc.