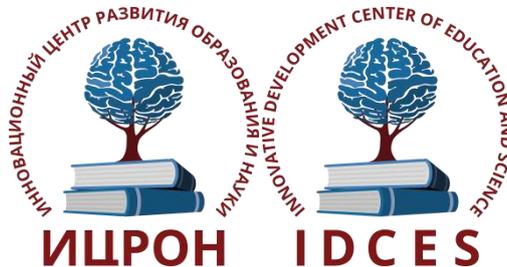


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Вопросы современных технических наук:
свежий взгляд и новые решения**

Выпуск VI

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11марта 2019 г.)**

г. Екатеринбург

2019 г.

**Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород**

Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения./
Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции.
№ 6, г. Екатеринбург, – НН: ИЦРОН, 2019. 33 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Э.К. (г. Москва), кандидат технических наук Белоусов М.В. (г. Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), доктор технических наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев А.Р. (г. Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Л. И. (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин А. Ф. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Л.З.(г. Магнитогорск), доктор технических наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров А. Б. (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Р.П. (г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов В.И. (г. Москва), кандидат технических наук Ключева И.В. (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Ю. А. (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Н.И. (Белоруссия, г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин В.В. (г. Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Г. В. (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк С. Н. (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Е.Н.(Франция, г. Пуатье), доктор химических наук Хентов В.Я. (г. Новочеркасск).

В сборнике научных трудов по итогам VI Международной научно-практической конференции **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения»**, г. **Екатеринбург** представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.

Оглавление

СЕКЦИЯ №1. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	5
СЕКЦИЯ №2. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00).....	5
ОПЕРАТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ Матвейкин В.Г., Дмитриевский Б.С., Саиф М.Н.М., Семержинский С.Г., Лемкина М.В.	5
МЕТОД ПОИСКА МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ УТЕЧЕК НЕФТИ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ Привалов Н.В., Кирюшин О.В.	7
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ ВЫТЯЖКИ ОПТОВОЛОКНА Шишов О. В., Слугин А. Г.....	10
СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	13
СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00).....	13
СЕКЦИЯ №5. ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00).....	13
АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОБОБЩЁННЫХ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК Герасименко А.А., Ищенко А.А.....	14
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОЦИЛИНДРОВОЙ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ К СДВИГОВЫМ УСИЛИЯМ ОТ ПРИСОЕДИНЁННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ Сосновский А.Ю., Мурманский Б.Е.	18
СЕКЦИЯ №6. ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00).....	22
СЕКЦИЯ №7. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	23
СЕКЦИЯ №8. ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00).....	23
ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT NETWORK OF INTERNATIONAL AIRPORT ZHUKOVSKY Kushchenkov A.S.	23
СЕКЦИЯ №9. АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10).....	26

СЕКЦИЯ №10.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)	26
НЕОБХОДИМОСТЬ РЕНОВАЦИИ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН И РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ МОСКВЫ-РЕКИ	
Васин А.Н.	26
СЕКЦИЯ №11.	
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)	29
СЕКЦИЯ №12.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)	29
СЕКЦИЯ №13.	
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)	29
СЕКЦИЯ №14.	
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)	29
СЕКЦИЯ №15.	
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)	29
СЕКЦИЯ №16.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	30
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	30
СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ,СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	30
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	30
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	30
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2019 ГОД	31

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

ОПЕРАТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ

Матвейкин В.Г., Дмитриевский Б.С., Саиф М.Н.М.,
Семержинский С.Г., Лемкина М.В.

ФГБОУ ВО ТГТУ, РФ, г. Тамбов

Рассмотрим процесс оптимизации оперативного планирования и управления в многосвязных системах как поиск наилучшего варианта решения. Любой поиск предполагает наличие цели. Математически цель поиска выражается в виде критерия оптимальности, который может быть либо функционалом, либо функцией многих переменных. Оптимизация состоит в отыскании таких значений управляемых величин, которые при наложении ограничений дают экстремум целевой функции. Часто целевой функцией является стоимость или другой показатель, который мы хотим либо минимизировать, либо максимизировать.

Поставим задачу: предприятие должно разработать оперативный план выпуска изделий на период планирования, состоящий из N промежутков времени. Предположим, что для этих промежутков имеется заданный спрос на выпускаемые изделия (объем производства).

Предположим, что время изготовления партии изделий так мало, что им можно пренебречь. Соответственно, изделия, изготавливаемые в течение промежутка времени t могут быть использованы для покрытия спроса в течение этого периода. Для разных периодов спрос разный и на характеристики производства влияют размеры изготавливаемых партий. Отсюда видим, что для предприятия выгоднее изготавливать в данный период времени продукцию в объеме, превышающем спрос в пределах этого периода. Лишние изделия будут храниться и использоваться для следующего периода. Причем для хранения запасов необходимы затраты - складские арендные платежи и платежи за хранение запасов. Эти затраты учтем при оперативном календарном планировании.

Задача: разработать такой оперативный календарный план производства, при котором сумма затрат на содержание запасов и производство изделий минимизируется в случае удовлетворения спроса на изделия.

Введём переменные: u_t – выпуск изделий в течение периода времени t ; x_t – количество запасов на конец периода t ; D_t – спрос на изделия для периода t .

Предположим, что для каждого периода времени спрос заранее известен и отображается неотрицательными целыми числами, а также для каждого периода времени t затраты зависят от количества выпускаемых изделий и от количества запасов на конец периода.

$C_t(u_t, x_t)$ – уровень затрат.

Т. к. мы хотим минимизировать затраты на всём периоде оперативного планирования, то критерий запишем в следующем виде:

$$\min \sum_{t=1}^N C_t(u_t, x_t)$$

На значения переменных u , x наложены ограничения.

1. Количество изделий и их запасов - целые числа:

$$u_t = 0, 1, 2, \dots (t = 1, 2, \dots, N);$$

$$x_t = 0, 1, 2, \dots$$

2. На конец периода запасы равен нулю:

$$x_N = 0$$

3. Выполняется условие удовлетворения спроса в пределах каждого периода. т.е., выполняется уравнение:

$$x_t = x_{t-1} + u_t - D_t$$

Затраты $C_t(u_t, x_t)$ имеет вид:

$$C_t(u_t, x_t) = c(u_t) + x_t$$

Пример: $D_1 = 10, D_2 = 15, D_3 = 8, D_4 = 25, D_5 = 12, D_6 = 5, X_0 = 2$.

Критерий имеет вид:

$$F = \sum_{t=1}^6 C_t(i^{(t)}, x^{(t)})$$

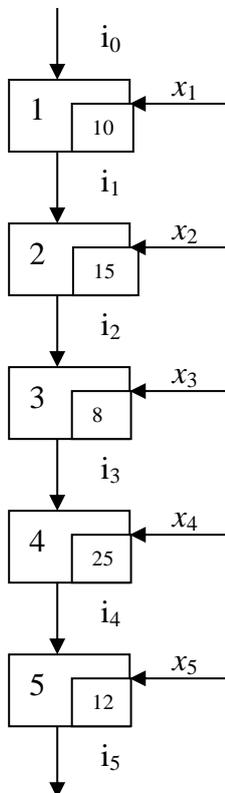
$$C_t(i^{(t)}, x^{(t)}) = c_t(x^{(t)}) + h * i_t$$

$$C_t(i^{(t)}) = \begin{cases} 0, & \text{при } x_t = 0 \\ 6 + 10 * x_t, & \text{при } x_t \geq 0 \end{cases}$$

Важным условием является то, что $i^{(t)}, x^{(t)}$ – целые числа,

$$h = 1; i(N) = 0; i(0) = 2;$$

$$i_t = i_{t-1} + x_t - D_t$$



Представим задачу в виде процесса, состоящего из 5 участков. Обозначим объем запасов на каждом уровне через i_j , а выпуск продукции (управление) через x_i . Помимо этого, укажем на схеме спрос на каждом участке.

Для решения задачи используем метод динамического программирования, который подразумевает, что у нас известна следующая система уравнений:

$$i_0 = 2;$$

$$i_1 = T(i_0, x_1);$$

$$i_2 = T(i_1, x_2);$$

$$i_3 = T(i_2, x_3);$$

$$i_4 = T(i_3, x_4);$$

$$i_5 = T(i_4, x_5);$$

$$i_6 = T(i_5, x_6).$$

Преобразуем эту систему, согласно данным:

$$i_0 = 2;$$

$$i_1 = i_0 + x_1 - D_1;$$

$$i_2 = i_1 + x_2 - D_2;$$

$$i_3 = i_2 + x_3 - D_3;$$

$$i_4 = i_3 + x_4 - D_4;$$

$$i_5 = i_4 + x_5 - D_5;$$

$$i_6 = i_5 + x_6 - D_6 = 0.$$

$$i_0 = 2;$$

$$i_1 = x_1 - 8;$$

$$i_2 = x_1 + x_2 - 23;$$

$$i_3 = x_1 + x_2 + x_3 - 31;$$

$$i_4 = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 - 56;$$

$$i_5 = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 - 68;$$

$$i_6 = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 - 73.$$

Требуется найти для каждого состояния такие управления и такое количество

запасов, которые дадут минимальные затраты, т.е. надо найти такие x_j и i_j , при которых критерий

$$F_{N-1} = \sum_{j=1}^N C_j(i^{(j-1)}, x^{(j)}) \rightarrow \min.$$

Для этого необходимо знать критерии оптимальности на каждой стадии, они имеют следующий вид:

$$C1(i_0, x_1) = 6 + 10 \cdot x_1 + i_0;$$

$$C2(i_1, x_2) = 6 + 10 \cdot x_2 + i_1;$$

$$C3(i_2, x_3) = 6 + 10 \cdot x_3 + i_2;$$

$$C4(i_3, x_4) = 6 + 10 \cdot x_4 + i_3;$$

$$C5(i_4, x_5) = 6 + 10 \cdot x_5 + i_4;$$

$$C6(i_5, x_6) = 6 + 10 \cdot x_6 + i_5.$$

Согласно принципу оптимальности Беллмана запишем рекуррентную формулу:

$$f_{N-j+1}(i_{(j-1)}) = \min_{x(j) \in X} [C_j(i_{(j-1)}, x(j)) + f_{N-j}(T(i_{(j-1)}, x(j)))] ,$$

$$x(j) \in X.$$

Вычислим максимально возможные значения входа на каждом участке, учитывая, что максимальное значение i для всех участков равны сумме спроса на каждом, можно сузить эти пределы, используя спрос на каждом участке и вход на предыдущей стадии:

$$73 \geq i_0 \geq 0;$$

$$61 \geq i_1 \geq 0;$$

$$36 \geq i_2 \geq 0;$$

$$28 \geq i_3 \geq 0;$$

$$13 \geq i_4 \geq 0;$$

$$3 \geq i_5 \geq 0.$$

Данную систему можно преобразовать:

$$73 \geq x_1 \geq 0;$$

$$61 - i_1 \geq x_2 \geq 0;$$

$$36 - i_2 \geq x_3 \geq 0;$$

$$28 - i_3 \geq x_4 \geq 0;$$

$$13 - i_4 \geq x_5 \geq 0;$$

$$3 - i_5 \geq x_6 \geq 0.$$

Для каждого выбранного из интервала значения запасов P необходимо найти оптимальное x . Решив данную задачу методом динамического программирования, получим оптимальную стратегию производства для многостадийного процесса. Фактически получен оперативный календарный график производства, который позволяет минимизировать затраты на производство и хранения запасов и использовать его для управления.

$i_0=2, x_1=8, f_6=56; i_1=0, x_2=15, f_5=126; i_2=0, x_3=8, f_4=256; i_3=0, x_4=25, f_3=86; i_4=0, x_5=12, f_2=156; i_5=0, x_6=5, f_1=88.$

Данное решение показывает, что в каждом периоде времени оптимальное производство равно значению функции спроса на данный отрезок времени.

МЕТОД ПОИСКА МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ УТЕЧЕК НЕФТИ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Привалов Н.В., Кирюшин О.В.

УГНТУ, РФ, г. Уфа

Несмотря на высокую экономическую выгоду при перекачке нефти и нефтепродуктов по трубопроводам, не удастся избежать утечек перекачиваемой жидкости на различных этапах транспортировки. Одной из причин наибольших потерь продукта являются незаконные врезки. Так, объём потерь нефти и нефтепродуктов в сутки может составлять сотни тонн, которые выкачиваются через десятки

нелегальных врезок на всём протяжении магистрального трубопровода. Длина каждого нелегального трубопровода от врезки может составлять несколько сотен метров.

Контроль за участком трубопровода сейчас в первую очередь осуществляется визуальным осмотром, при помощи передвижных лабораторий, либо с воздуха при помощи летательных аппаратов. Кроме передвижных лабораторий могут использоваться и измеряющие средства, установленные стационарно. В данной статье описывается метод поиска утечек, при котором регистрируется шум, возникающий при прохождении струи нефтепродукта через точку повреждения или врезки.

Шум утечки распространяется во все стороны трубопровода: его передаёт материал, из которого изготовлена труба, и непосредственно перекачиваемый продукт. Чтобы найти утечку, расстояние до которой равно x , необходимо провести измерения уровня шума и сдвига фазы с помощью сигналов на разных концах участка.

Если точек измерения шума две, то, исходя из разности времени Δt , за которое шум проходит расстояние L между измерителями, при известной скорости V звука в среде, точка врезки вычисляется следующим образом:

$$L_x = \frac{L - V\Delta t}{2}.$$

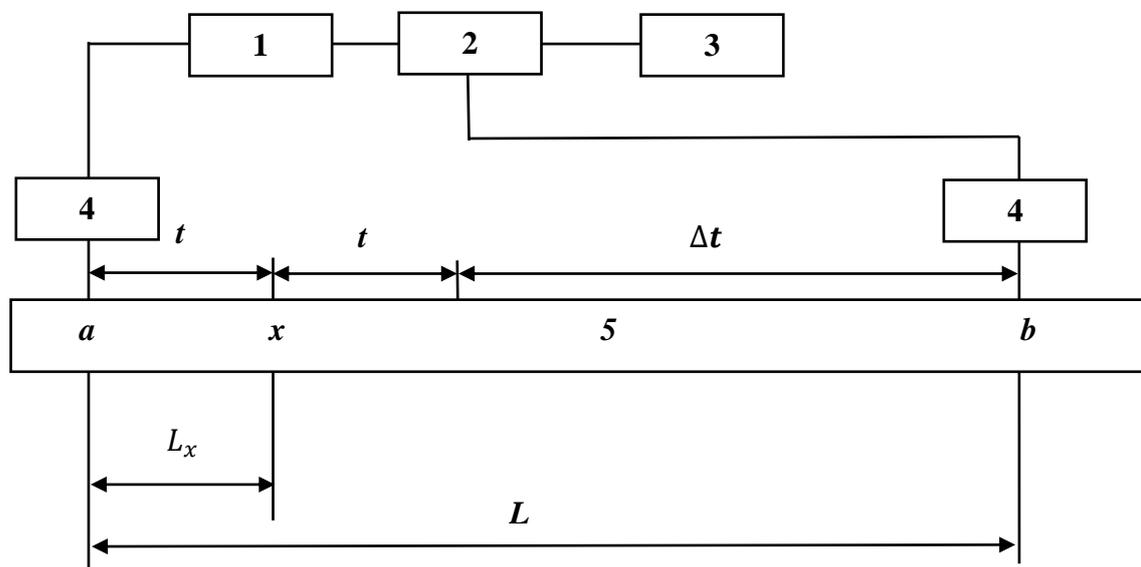


Рисунок 1 – Схема обнаружения утечек для двух точек измерения

На схеме, изображенной на рисунке 1, обозначены: a и b – точки измерения, 1 – устройство задержки, 2 – устройство сравнения, 3 – устройство воспроизведения, 4 – датчики звука, 5 – трубопровод.

Аналогично, при наличии трёх измерительных точек (см. рисунок 2):

$$L_x = \frac{L_1\Delta t_2 - L_2\Delta t_1}{2 \cdot (\Delta t_2 - \Delta t_1)}.$$

На рисунке 2 обозначены: a , b и c – точки измерения, 1 – устройство задержки, 2 – устройство сравнения, 3 – устройство воспроизведения, 4 – датчики звука, 5 – трубопровод.

Оба метода являются корреляционными методами обнаружения утечек. Для длинных трубопроводов с наибольшим количеством точек можно применять метод автокорреляции.

При автокорреляции время $x(t)$ коррелируется с тем же временем $x(t + \tau)$. Тогда точка трубопровода, в которой происходит утечка продукта, вычисляется следующим образом:

$$L_x = L - \frac{V\Delta t}{2}.$$

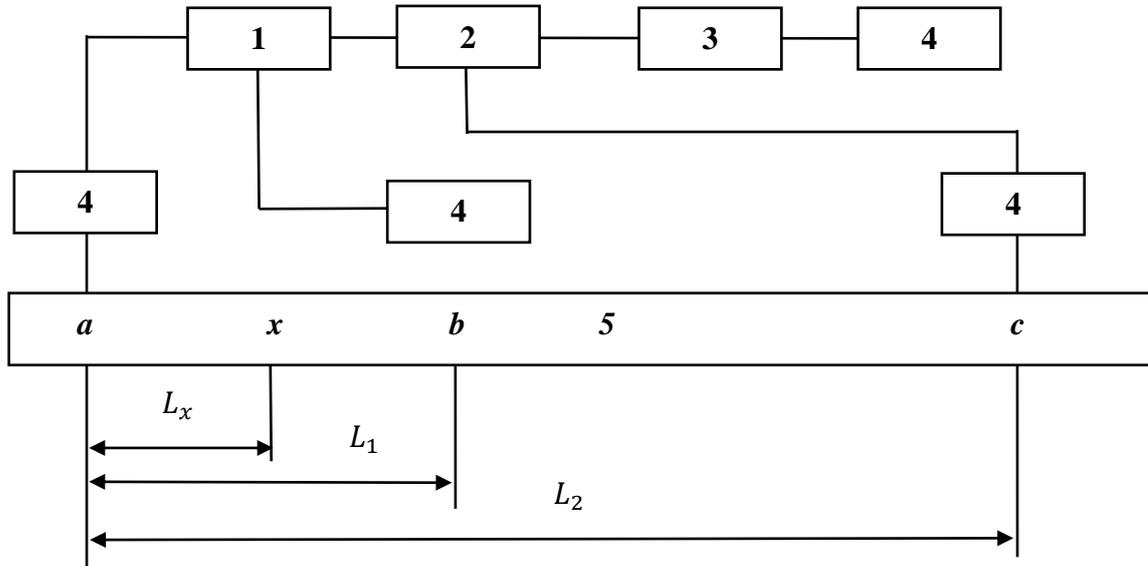


Рисунок 2 – Схема обнаружения утечек для трех точек измерения

При появлении утечки поток меняет свои динамические характеристики. Это изменение потока расходится в стороны и через некоторый промежуток времени угасает, в результате чего поток получает новый режим.

Сигналы датчиков пропорциональны амплитуде обнаруженной волны, и, зная расстояние L между ними, и найдя Δt сближения сигналов, можно найти точку L_x , в которой появилась течь:

$$L_x = \frac{L \pm V\Delta t}{2}.$$

Возможна ситуация, когда перекачка продукта приостановлена. В этом случае для нахождения места врезки требуются дополнительные параметры, такие как модули Юнга и упругости нефти. По теории нестационарных процессов в момент возникновения течи в трубопроводе возникают расходящиеся в стороны разгрузочные волны. Тогда, при известных плотности нефти ρ , диаметре трубопровода и толщине его стенки, возможно найти скорость волн:

$$V = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho_0}{K} + \frac{\rho_0+d}{hE}}}$$

Момент поступления волн фиксируется датчиками на концах участка трубопровода, и разница во времени указывает на смещение места утечки. Таким образом, место утечки определяется по формуле:

$$L_x = \frac{L}{V} + \frac{V\Delta t}{2}.$$

Кроме контроля динамических параметров потока измерение статических данных также применяется в рассматриваемом вопросе.

Чаще всего проводятся измерения расхода при поступлении и выходе из трубопровода. Это параметр называется линейным балансом, и его контроль позволяет найти потерю в пределах 5% потока без определения точной точки утечки.

Описываемый метод определения утечек отличается использованием корреляционного анализа данных о давлении и расходе на концах участка трубопровода. Он заключается в выборе двух значений массового расхода $m^*(0)$ и $m^*(1)$. При значениях массового расхода из трубопровода без утечек $m(0)$ и $m(1)$ за дискретное время $k = t/T_0$ возникают отклонения:

$$\begin{aligned} x(k) &= m(0, k) - m^*(0, k); \\ y(k) &= m(1, k) - m^*(1, k). \end{aligned}$$

Отсюда выводится корреляционная функция:

$$\Phi_{xy}(\tau) = E(x(k - \tau) \cdot y(k)) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (k - \tau) \cdot y(k),$$

которую далее следует привести к среднему значению по τ , в результате получив:

$$\Phi_E = \sum_{\tau=-M}^{+M} \Phi_{xy}(\tau).$$

При $x(k) > 0$ и $y(k) < 0$, а также $\Phi_E < 0$ делается вывод о появлении утечки на трубопроводе.

Измерение низкочастотных параметров потока нефти даёт еще один метод, который заключается в контроле баланса объема нефти в трубопроводе в разные промежутки времени: 5 минут, 60 минут и сутки. Для этого участок трубопровода делится на части, со входов и выходов которых собираются данные об объёме, давлении и температуры. Данные приводятся к среднему значению и сохраняются, а затем алгебраически суммируются по истечению интервалов.

Давление и температуры должны совпадать со своими граничными значениями. Пока проходит стабилизация трубопровода с момента запуска, каждая величина текущего давления используется в качестве эталона со своими ограничениями.

Далее с этим эталоном давления сравниваются средние значения давления в циклах, и если они выходят за ограничения, то следует подача сигнала. После чего среднее значение становится эталонным.

Большинство подобных методов требуют применения датчиковой аппаратуры и ЭВМ. Они успешно применяются, но имеют существенный недостаток, связанный с невозможностью учёта важных технологических параметров перекачки.

Существующие инструментальные методы по контролю материала трубопровода не столь эффективны, т.к. из-за угасания колебаний в материале трубы и в грунте нужен контакт первичных преобразователей непосредственно с трубопроводом, вследствие чего значительно растёт их себестоимость. Передвижные посты и лаборатории по понятным причинам также не могут приносить желаемый результат. Поэтому наиболее эффективным может быть использование методов, основанных на контроле статических и динамических значений параметров потока, получаемых с использованием стационарно установленных датчиков.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ ВЫТЯЖКИ ОПТОВОЛОКНА

Шишов О. В., Слугин А. Г.

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», РФ, г. Саранск

Математическое моделирование технологического процесса имеет целью создание его модели в виде функциональных зависимостей, отражающих взаимосвязь между входными и выходными параметрами. Входными параметрами являются физические величины, определяющие состояние объекта и результат его функционирования, который оценивается значениями выходных параметров. Математическая модель представляет собой математический образ объекта и позволяет проводить анализ его поведения в различных условиях работы. Она позволяет оценить влияние возмущающих и управляющих воздействий на объект управления и получить управляющее воздействие так, чтобы добиться выходного результата, максимально отвечающего заданным критериям качества.

Какой бы сложной и полной не была модель, она, тем не менее, является приближенным отображением реального объекта и отражает его поведение при определённых принятых допущениях. Однако до тех пор, пока не доказана адекватность модели реальной обстановке, нельзя с уверенностью утверждать, что с ее помощью получаются те результаты, которые действительно характеризуют функционирование управляемого объекта. Получение достаточной адекватности и точности математической модели технологического объекта является важнейшей задачей проектирования его системы управления.

Математические модели могут применяться для описания любых технологических процессов, в том числе и для описания взаимосвязи возмущающих и управляющих воздействий процесса оптоволоконного

производства. Высокие требования к точности формирования регулируемых параметров в данном производстве приводят к тому, что математические модели, формируемые для его описания, отличаются своей сложностью, большим числом учитываемых и регулируемых параметров.

При разработке математических моделей любого производства необходимо учитывать его особенности. Производство оптоволокна включает несколько технологических процессов – изготовление заготовки, вытяжка заготовки в волокно и проведение испытаний на соответствие его качества необходимым стандартам.

Рассмотрим особенности формирования математической модели технологического этапа по вытяжке волокна – именно в ходе этого этапа определяется однородность диаметра оптического волокна и другие не менее важные параметры его качества.

Вытяжка оптического волокна из заготовки осуществляется в башне вытяжки и включает в себя несколько последовательных шагов (рисунок 1).

Верхняя часть подготовленной заготовки закрепляется в механизме подачи заготовки. Нижнюю ее часть при помощи механизма подачи, помещают в высокотемпературную печь. Температура печи в зоне разогрева заготовки около 2 000 °С. Точное ее значение устанавливают в зависимости от диаметра заготовки, диаметра вытягиваемого волокна, скорости вытяжки оптического волокна и необходимого натяжения вытягиваемого волокна. Из заготовки оттягивают волокно и осуществляется нанесение на него первичного защитного покрытия. Это осуществляется путем протягивания волокна через фильерный узел с калиброванным отверстием, первичное защитное покрытие в жидкой форме поддается к этому же узлу. Затем с использованием ультрафиолетового облучателя производится отверждение первичного покрытия. После этого наносят вторичное покрытие. Для создания требуемого диаметра волокна с вторичным покрытием его опять протягивают через фильерный узел с необходимым калиброванным отверстием. После процесса отверждения вторичного покрытия, волокно помещают в механизм вытягивания. Готовое оптическое волокно с выхода механизма вытягивания наматывают на накопительный барабан.

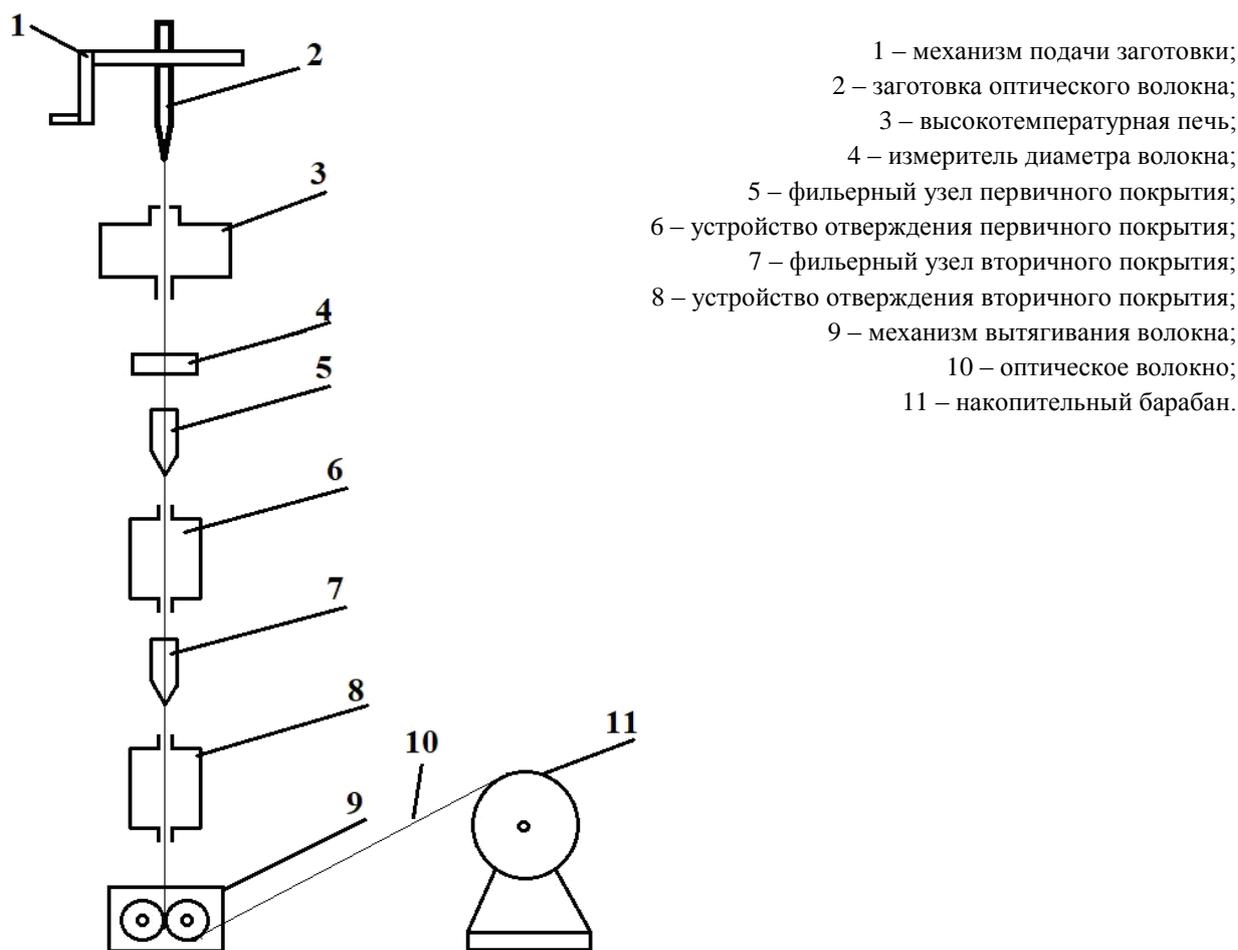
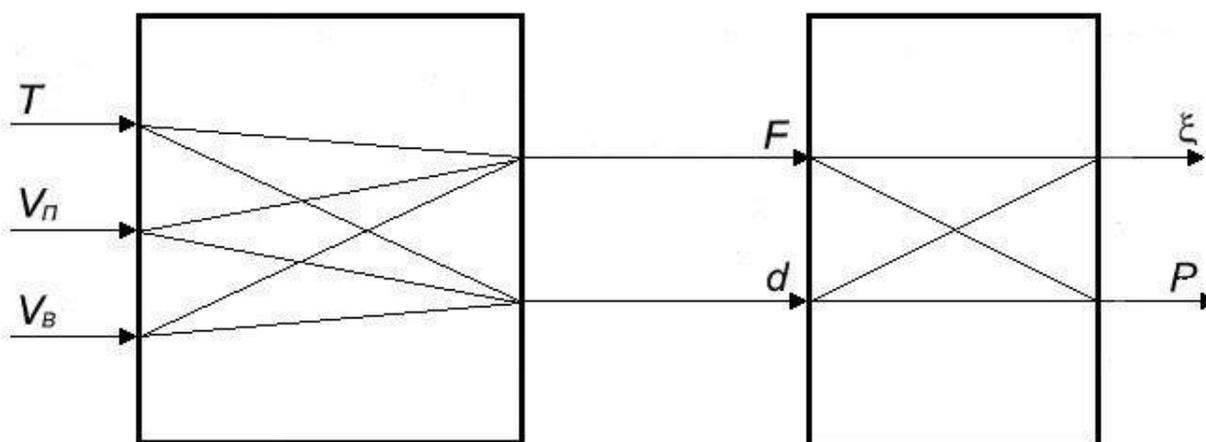


Рисунок 1 – Структурная схема процесса вытяжки оптического волокна

Описанный процесс может отличаться на различных предприятиях. Так существует несколько иная технология нанесения защитного покрытия, заключающаяся в использовании одного фильерного узла для нанесения влажного полимерного покрытия поверх нижнего влажного слоя. Это позволяет увеличить скорость вытяжки волокна до 1 800 м/мин, общую производительность технологического процесса и эффективность башни вытяжки. Существует технология намотки волокна на накопительный барабан с использованием сдвоенных приемных устройств, позволяющих непрерывно наматывать волокно без прерывания технологического процесса.

Основными качественными показателями выпускаемой продукции является коэффициент оптических потерь и предел прочности на растяжение. Так как значение этих показателей в ходе технологического процесса определить невозможно, то их оценка производится по параметрам, которые связаны с ними косвенно, но поддаются непосредственному измерению. Таким параметрами являются диаметр и натяжение оптического волокна.

Параметры процесса вытяжки оптического волокна существенно взаимно связаны. На рисунке 2 представлена структурная схема, показывающая эти взаимосвязи.



- T – температура нагрева заготовки;
- $V_{п}$ – скорость подачи заготовки;
- $V_{в}$ – скорость вытяжки волокна;
- d – диаметр волокна;
- F – натяжение волокна;
- P – предел прочности на растяжение;
- ξ – коэффициент оптических потерь.

Рисунок 2 – Структурная схема взаимосвязей процесса вытяжки оптического волокна

Учесть взаимозависимость всех параметров процесса в математической модели очень сложно, поэтому в настоящее время в существующих системах управления технологическим процессом вытяжки оптического волокна используются модели, отражающие взаимозависимость следующих пар параметров:

- скорость вытяжки оптического волокна – диаметр;
- температура печи – диаметр;
- управления скорость подачи заготовки – диаметр;
- скорость вытяжки оптического волокна – натяжение волокна;
- температура печи – натяжение волокна;
- управления скорость подачи заготовки – натяжение волокна.

Используя одну из вышеописанных математических моделей, регулировка диаметра или натяжения производится только в зависимости от значения выбранного параметра, остальные основные параметры остаются неизменными. Например, для модели «скорость вытяжки волокна – диаметр», скорость подачи заготовки и температура печи остаются постоянными при любых допустимых изменениях скорости

вытяжки волокна. Регулировка диаметра, при использовании такой математической модели, производится только за счет изменения значения скорости вытяжки оптического волокна.

Однако исследования технологического процесса показывают, что достижения необходимых высоких качественных показателей волокна и достаточно высокой производительности такие модели одновременно не обеспечивают. В частности применение любой из них перестает обеспечивать заданный уровень показателей качества при превышении скорости вытяжки некоторого значения. Таким образом, решением проблемы может быть использование только более сложных моделей, учитывающих кроме двух основных, еще и другие взаимосвязанные параметры технологического процесса.

Например, при использовании модели «скорость вытяжки волокна – диаметр», можно предложить менять скорость подачи заготовки и температуру печи для различных диапазонов скорости вытяжки. Оптимальные значения (соотношения) скорости подачи заготовки и температуры печи могут быть предварительно определены экспериментально.

Построение математической модели процесса вытяжки осложняется не только большим числом взаимосвязанных, взаимоопределяющих параметров. Это также связано и с другими особенностями этого этапа производства:

- малой информативностью технологического процесса из-за сложности или невозможности контроля выходных параметров;
- сложностью физико-химических явлений, протекающих на каждом этапе технологического процесса;
- нестационарностью технологического процесса;
- распределенностью параметров, которая возникает из-за наличия движущихся потоков оптических материалов, а контроль параметров происходит в локальных областях или косвенными путями;
- наличием множества перекрестных связей между отдельными каналами управления, приводящих к взаимосвязи управляющих воздействий от устройства управления.

Проведенный анализ показывает проблемы и направления совершенствования математических моделей технологического процесса вытяжки оптического волокна.

Список литературы

1. Старченко С. А. Система автоматического управления процессами вытяжки и намотки оптического волокна : дис. ... канд. тех. наук / С. А. Старченко – М. : 2001. – 168 с.
2. Шишов О. В. Современные технологии промышленной автоматизации / О. В. Шишов. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 276 с.
3. Шишов О. В. Технические средства автоматизации и управления / О. В. Шишов. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 397 с. +CD-R.

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОБОБЩЁННЫХ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Герасименко А.А., Ищенко А.А.

СФУ ПИ, РФ, г. Красноярск

Представлено обоснование применения обобщённых (типовых) графиков электрических нагрузок (ОГН), полученных в факторном пространстве методом главных компонент [1,2] по данным статистически представительной выборки режимов электропотребления районной энергосистемы, для моделирования нагрузок, не входящих в указанную генеральную совокупность.

Применительно к экспериментальной совокупности из 8 схем распределительной сети напряжением 35, 110 кВ размерностью от 2-х до 4-х узлов с режимами электропотребления, заданными типовыми отраслевыми графиками активных и реактивных нагрузок [3], для соответствующих матриц корреляционных моментов (МКМ) узловых нагрузок получены ОГН, соответствующие первым двум собственным векторам. Указанные ОГН положены в основу расчётного моделирования (восстановления) исходных режимов электропотребления и потерь электрической энергии (ЭЭ) в данных сетях. Анализ качества такого моделирования рассматривается ниже.

Статистическое представление множества режимов непосредственно выполняется с помощью МКМ, отражающей степень статической взаимосвязи величины нагрузки в каждом узле, изменяющейся во времени, а также взаимосвязь нагрузок между собой. Данная взаимосвязь представлена дисперсиями и корреляционными моментами нагрузок

$$K(P, Q) = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma^2 P_1 & k(P_1 P_2) & \dots & k(P_1 P_n) \\ k(P_2 P_1) & \sigma^2 P_2 & & k(P_2 P_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k(P_n P_1) & k(P_n P_2) & & \sigma^2 P_n \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} k(P_1 Q_1) & k(P_1 Q_2) & \dots & k(P_1 Q_n) \\ k(P_2 Q_1) & k(P_2 Q_2) & & k(P_2 Q_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k(P_n Q_1) & k(P_n Q_2) & & k(P_n Q_n) \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} k(Q_1 P_1) & k(Q_1 P_2) & \dots & k(Q_1 P_n) \\ k(Q_2 P_1) & k(Q_2 P_2) & & k(Q_2 P_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k(Q_n P_1) & k(Q_n P_2) & & k(Q_n P_n) \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \sigma^2 Q_1 & k(Q_1 Q_2) & \dots & k(Q_1 Q_n) \\ k(Q_2 Q_1) & \sigma^2 Q_2 & & k(Q_2 Q_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k(Q_n Q_1) & k(Q_n Q_2) & & \sigma^2 Q_n \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

Дисперсии и корреляционные моменты рассчитываются по следующим выражениям

$$\sigma^2 P_i = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d (P_i - MP_i)^2; \quad \sigma^2 Q_i = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d (Q_i - MQ_i)^2, \quad i = \overline{1, n};$$

$$k(P_i Q_j) = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d (P_i - MP_i)(Q_j - MQ_j), \quad i, j = \overline{1, n},$$

$$k(P_i P_j) = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d (P_i - MP_i)(P_j - MP_j), \quad i, j = \overline{1, n}, \quad i \neq j;$$

$$k(Q_i Q_j) = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d (Q_i - MQ_i)(Q_j - MQ_j), \quad i, j = \overline{1, n}, \quad i \neq j;$$

где i, j – номера узлов; n – количество узлов в сети; P_i, Q_i – нагрузка узла i для часа (интервала); d – количество интервалов осреднения суточного графика нагрузки; MP_i, MQ_i – оценки математического ожидания нагрузок P_i, Q_i для периода замеров T . МКМ симметрична, имеет размерность $2n \times 2n$.

Метод главных компонент. Непосредственное использование МКМ, характеризующейся для реальных ЭС большой размерностью, для расчёта потерь ЭЭ и других интегральных характеристик возможно, однако в вычислительном аспекте, для сокращения временных затрат гораздо эффективнее использовать её M -мерную статистическую модель, опираясь на главные компоненты (факторы), количество которых значительно меньше числа исходных признаков ($M \ll 2n$), с незначительной потерей точности (исходной информации) о многорежимности.

Нахождение главных компонент сводится к классической задаче определения собственных чисел λ и собственных векторов \bar{U} , матрицы, называемой в линейной алгебре проблемой собственных значений.

Число λ_i называется собственным числом матрицы \mathbf{K} (МКМ), если существует ненулевой собственный вектор \bar{U}_i , удовлетворяющий уравнению

$$(\mathbf{K} - \lambda \times \mathbf{E}) \times \bar{U} = 0,$$

где \mathbf{E} – единичная матрица; 0 – нулевой вектор.

Или в развёрнутом виде

$$\begin{bmatrix} k_{11} - \lambda & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} - \lambda & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{n1} & k_{n2} & \dots & k_{nn} - \lambda \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \dots \\ v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

Данная система линейных уравнений является однородной и имеет нетривиальные решения, если определитель матрицы $|\mathbf{K} - \lambda \times \mathbf{E}| = 0$ приравнять к нулю, т.е. имеем характеристическое уравнение.

$$\lambda^n + \beta_1 \lambda^{n-1} + \beta_2 \lambda^{n-2} + \dots + \beta_{n-1} \lambda + \beta_n = 0,$$

где β_1, \dots, β_n – коэффициенты характеристического многочлена.

Решение приведённых уравнений «ручным» способом возможно для характеристического многочлена небольшого порядка. В общем случае расчёты собственных чисел и собственных векторов представляют собой сложную задачу и решаются с помощью программных комплексов, *MATHCAD*, *MATLAB* и др.

Каждому из найденных собственных векторов соответствует ортогональный график нагрузки – ОГН, далее обозначен – $\bar{\Gamma}_{kj}$, являющийся линейной комбинацией исходных графиков нагрузок

$$\Gamma_{kj} = \sum_{i=1}^n v'_{ki} \Delta P_{ij} + \sum_{i=1}^n v''_{ki} \Delta Q_{ij}, \quad j = \overline{1, d}; k = \overline{1, M},$$

где ΔP_{ij} , ΔQ_{ij} – координаты векторов центрированных величин активной и реактивной мощности, соответствующие графикам нагрузки в i -м узле для каждого рассматриваемого интервала времени j , из общего количества интервалов d ; k – номер ОГН (собственного вектора); M – количество рассматриваемых первых собственных векторов, расположенных в порядке убывания модулей соответствующих собственных чисел МКМ и моделирующие с достаточной точностью исходные изменения нагрузок.

Восстановление исходных графиков нагрузки с применением ОГН. Для полного восстановления исходных графиков нагрузок необходимо использовать все ОГН. В данном случае исходные графики P_i , Q_i представляются с помощью известных математических ожиданий MP_i , MQ_i и моделируемых отклонений от математических ожиданий в виде линейной комбинации небольшого числа M факторов (до двух-четырёх) – обобщённых графиков нагрузок.

$$P_{ij} = MP_i + \sum_{k=1}^M v'_{ki} \Gamma_{kj}; \quad Q_{ij} = MQ_i + \sum_{k=1}^M v''_{ki} \Gamma_{kj}, \quad i = \overline{1, n}; j = \overline{1, d}.$$

Оценка качества восстановления (моделирования) исходных графиков данной выборки сетей, характеризующихся значительной неравномерностью K_{HP} и малой плотностью (заполненностью) электропотребления K_3 , выполнена (табл. 1) на основе анализа значений средней относительной ошибки

$$\delta_p = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^d \frac{P_{pj} - P_{эj}}{P_{эj}} \cdot 100 \% ,$$

доли суммарной дисперсии нагрузок МКМ, учитываемой M первыми ОГН

$$\alpha = \left(\sum_{k=1}^M \lambda_k / \sum_{k=1}^{2n} \lambda_k \right) \cdot 100 \% ,$$

а также с помощью коэффициентов корреляции

$$R(P_p, P_э) = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^d \frac{(P_{pj} - MP_p)(P_{эj} - MP_э)}{\sigma P_p \sigma P_э}$$

Таблица 1. Оценка качества моделирования графиков

№ схемы	№ узла	α , %	K_3	K_{HP}	R	δ_p , %	$100 - \delta_p$, %
1	1	93,5	0,757	0,604	0,999	0,63	99,37
	2		0,790	0,619	0,990	2,00	98,00
2	1	97,9	0,801	0,618	0,653	4,29	95,71
	2		0,822	0,552	0,991	1,81	98,19
3	1	89,7	0,800	0,700	0,998	0,74	99,26
	2		0,839	0,712	0,461	7,00	91,00
	3		0,662	0,515	0,998	2,37	87,63
	4		0,882	0,745	0,657	6,15	93,85
4	1	95,8	0,833	0,667	0,999	0,26	99,74
	2		0,844	0,641	0,871	5,92	94,08
	3		0,832	0,680	0,762	5,54	94,46
	4		0,887	0,805	0,884	3,02	96,98
5	1	93,6	0,841	0,741	0,986	1,18	98,82
	2		0,806	0,697	0,939	3,15	96,85
	3		0,840	0,750	0,702	6,32	93,68
	4		0,833	0,689	0,983	1,90	98,10
6	1	85,6	0,850	0,741	0,841	4,18	95,82
	2		0,730	0,378	0,922	7,24	90,76
	3		0,724	0,509	0,980	3,42	96,58
	4		0,688	0,361	0,950	5,65	94,35
7	1	84,0	0,757	0,604	0,944	3,96	96,04
	2		0,801	0,618	0,936	4,25	95,75
	3		0,841	0,741	0,772	4,76	95,24
	4		0,730	0,378	0,977	3,72	96,28
8	1	82,3	0,790	0,619	0,982	2,36	97,64
	2		0,822	0,552	0,916	6,18	93,82
	3		0,805	0,697	0,728	7,27	92,73
	4		0,724	0,503	0,999	0,83	99,17
Среднее значение точности восстановления ГЭН							95,7

По данным расчётов (табл.1) следует, что первые два собственных числа и соответствующие собственные векторы отражают от 82 до 98 % исходных МКМ. Полученные первые два ортогональных графика применительно к каждой схеме восстанавливают исходные графики нагрузок с относительной ошибкой от 0,63 до 7,3 %, отражая до 95,7 % полной дисперсии исходных нагрузок с тесной корреляционной связью от 0,65 до 0,99 расчётных (моделирующих) и эталонных (исходных) параметров.

Расчёт потерь электрической энергии по восстановленным графикам нагрузки. Для указанной экспериментальной совокупности схем выполнен анализ точности вычисления потерь ЭЭ ($\Delta\mathcal{E}_2$) статистическим методом [1,2,4], при моделировании графиков нагрузок двумя первыми ОГН, полученных для указанных схем, а также потерь ЭЭ ($\Delta\mathcal{E}_0$) при моделировании графиков нагрузок тремя обобщёнными (типowymi) ОГН (табл.2) [5], полученными на основе факторного анализа по данным статистически представительной выборки режимов электропотребления районной энергосистемы [4] (100 графиков нагрузок), не содержащих графиков нагрузок исследуемой совокупности.

Таблица 2. Суточные типовые обобщённые графики нагрузок

Номера графиков	Временной промежуток, час											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1	-0,633	-0,714	-0,709	-	0,618	0,306	0,327	0,441	0,238	0,248	0,182	-0,300
2	-0,0928	-	-	-	-0,149	0,0886	0,0192	0,0907	-0,176	0,196	0,170	0,018
3	-0,0556	-	0,0154	-	0,143	-	-	-	0,141	0,108	0,105	-0,219

В качестве эталонных ($\Delta\mathcal{E}_0$) приняты потери ЭЭ, полученные путём непосредственного интегрирования (суммирования)

$$\Delta\mathcal{E} = \int_0^T \Delta P(t) dt = \sum_{j=1}^d \Delta P_j \cdot \Delta t,$$

потерь мощности из d расчётов установившихся режимов для нагрузок (интервалов) постоянства графиков нагрузок (табл.3).

Таблица 3. Результаты расчёта потерь ЭЭ

№ схемы	K_3	K_{HP}	R	$\Delta\mathcal{E}_2$, МВт·ч	$\Delta\mathcal{E}_0$, МВт·ч	$\Delta\mathcal{E}_0$, МВт·ч	δ_2 , %	δ_0 , %
1	0,757÷ 0,790	0,604÷ 0,619	0,990÷ 0,999	20,310	20,300	20,804	-0,0473	2,433
2	0,801÷ 0,822	0,552÷ 0,618	0,653÷ 0,991	9,129	9,103	9,188	-0,285	0,655
3	0,662÷ 0,882	0,515÷ 0,745	0,461÷ 0,998	13,753	13,721	14,360	-0,234	4,415
4	0,832÷ 0,887	0,641÷ 0,805	0,762÷ 0,884	15,963	15,659	15,788	-1,904	-1,098
5	0,806÷ 0,841	0,689÷ 0,750	0,702÷ 0,986	4,688	4,682	4,656	-0,124	-0,676
6	0,688÷ 0,850	0,361÷ 0,741	0,841÷ 0,980	6,765	6,685	6,640	-1,180	-1,845
7	0,730÷ 0,841	0,378÷ 0,741	0,772÷ 0,977	53,464	53,254	53,229	-0,393	-0,440
8	0,503÷ 0,822	0,503÷ 0,697	0,728÷ 0,999	45,058	44,951	44,997	-0,237	-0,134
σ_x							0,608	1,952
δ_{cp} , %							-0,545±0,496	0,110±1,591

Из результатов (табл.3) относительная ошибка расчёта потерь ЭЭ в указанной экспериментальной совокупности, полученных по её ортогональным графикам, находятся в диапазоне (-1,04%; -0,0488%). При этом средняя относительная ошибка расчёта ЭЭ, вычисленная с помощью ОГН статистически

представительной совокупности изменяется в интервале (-1,48%; 1,70%), является приемлемой в практических расчётах.

Выводы

1. Для моделирования графиков электрических нагрузок практически без потери точности достаточно учитывать два-три главных фактора матрицы корреляционных моментов.
2. Обобщённые графики нагрузок, полученные в факторном пространстве статистически представительного множества графиков электрических нагрузок, рассматриваются как статистически устойчивые, поскольку могут применяться с приемлемой точностью для моделирования графиков нагрузок, не входящих в обучающее множество исходных признаков.

Список литературы

1. Герасименко А.А., Шутьгин И.В. Стохастический метод расчёта нагрузочных потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях // Электрические станции, 2013, №4. – С. 44 --59.
2. Герасименко А.А., Нешатаев В.Б. Оптимальный выбор компенсирующих устройств в распределительных сетях электроэнергетических систем // Электричество, 2014, №4, – С. 4-17.
3. Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии. Изд-е 2-е. Ростов н/Д. Феникс, 2008. – 735 с.
4. Герасименко А.А. Статистическая методология моделирования многорежимности в задаче оптимальной компенсации реактивных нагрузок систем распределения электрической энергии / Автореферат диссертации. на соискание учёной степени доктора технических наук – Красноярск: СФУ, 2018. – 42 с.
5. Герасименко А.А. Применение ЭЦВМ в электроэнергетических расчётах. Учебное пособие. – Красноярск: Изд. КПИ, 1983. – 116 с.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОЦИЛИНДРОВОЙ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ К СДВИГОВЫМ УСИЛИЯМ ОТ ПРИСОЕДИНЁННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Сосновский А.Ю., Мурманский Б.Е.

УрФУ, РФ, г. Екатеринбург

Система тепловых расширений (СТР) паровой турбины, как показывают результаты исследований работы оборудования паротурбинных установок [1], является одним из критических узлов многоцилиндровых паровых турбин. Нарушения в работе СТР приводят к возникновению дефектов проточной части и подшипников, проявляются в повышенных значениях относительных расширений роторов, повышенной вибрации подшипников и др..

На большинстве турбин средней и большой мощности, произведённых в СССР, используется СТР с традиционным устройством сочленения цилиндра турбины с выносным корпусом подшипника [2]. Основным недостатком традиционного устройства сочленения цилиндра турбины и корпуса подшипника является передача осевого усилия через лапы, являющиеся продолжением фланцев горизонтального разъёма цилиндров турбины и, соответственно, разнесёнными от оси турбины. Неодинаковое тепловое расширение лап в продольном направлении (температурный перекосяк) приводит к тому, что выносной корпус подшипников поворачивается относительно «продольных шпонок» и происходит заклинивание корпуса подшипников на «продольных шпонках».

Для исключения влияния температурного перекосяка на работу СТР используются также сочленения выносных корпусов подшипников с цилиндрами турбины отличающиеся от традиционной конструкции, в которых осевое усилие от цилиндров турбины на выносные корпуса подшипников передается по оси турбины [3].

Опыт исследования СТР паровых турбин различных типов [4, 5] показывает, что существенное влияние на вибрационное состояние турбины и параметры работы традиционных схем организации СТР оказывает и температурное состояние присоединённых к цилиндрам турбины трубопроводов. Под

действием внешних усилий от присоединённых трубопроводов цилиндры турбины и выносные корпуса подшипников, в пределах зазоров в направляющих или сцепных устройствах, могут смещаться и поворачиваться относительно друг друга и относительно оси турбины. Поворот выносных корпусов подшипников относительно «продольных шпонок» под действием внешних усилий так же, как и температурный перекося, приводит к возникновению дополнительных нерасчётных усилий сопротивления перемещению корпуса подшипника по фундаментной раме.

Ранее упомянутые сцепные устройства с передачей осевого усилия по оси турбины также допускают принципиальную возможность смещения и поворота цилиндров турбины и корпусов подшипников относительно оси турбины.

В работе [6], на примере традиционного сочленения, авторы показали, что при определённых условиях СТР может быть устойчивой к внешнему воздействию от присоединённых трубопроводов.

Целью представленной работы является анализ условий устойчивости функционирования СТР с различными устройствами сочленения цилиндров турбины с выносными корпусами подшипников к воздействию сдвиговых усилий от присоединённых трубопроводов.

Анализ схем организации СТР паровых турбин различных типов, с различным количеством цилиндров и различными конструкциями устройств сочленения цилиндров турбины с выносными корпусами подшипников показал, что СТР можно представить в виде многозвенной шарнирной системы, состоящей из одного или нескольких «базовых» модулей. Количество «базовых» модулей в схеме СТР равно количеству выносных корпусов подшипников, свободно перемещающихся вдоль оси турбины.

«Базовый» модуль состоит из трёх звеньев: «продольных шпонок», выносного корпуса подшипника и цилиндра турбины. Кинематическая схема «базового» модуля представлена на рисунке 1 (а).

Звено 1 («продольные шпонки») неподвижное, жестко закреплено на фундаменте турбоагрегата. Звено 2 соответствует выносному корпусу подшипника. Между собой звенья 1 и 2 связаны призматическим шарниром, который соответствует сочленению «продольные шпонки – паз корпуса подшипника». Звено 3 соответствует цилиндру турбины. Звенья 2 и 3 связаны осевым шарниром A_i^{\wedge} , который соответствует устройству сочленения цилиндра турбины и корпуса подшипника. Также осевыми шарнирами звенья 2 и 3 связаны с предыдущим (B_i^{\wedge}) и последующим ($B_{(i+1)}^{\wedge}$) «базовыми» модулями. В модели принята правосторонняя система координат, в которой ось X направлена от фиксупункта турбины в сторону паровпуска (от генератора в сторону регулятора).

Изменение взаимного положения элементов «базового» модуля под действием внешних сил и моментов, приложенных к звену 3, представлено на рисунке 1 (б).

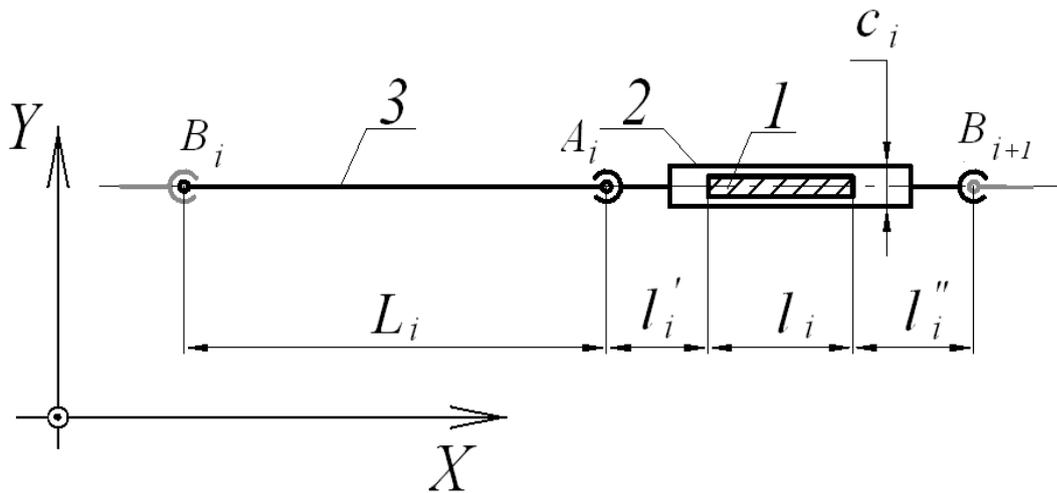
На рисунках 1 (а) и (б) приняты следующие обозначения:

L_i – расстояние между шарнирными узлами i -го цилиндра турбины;

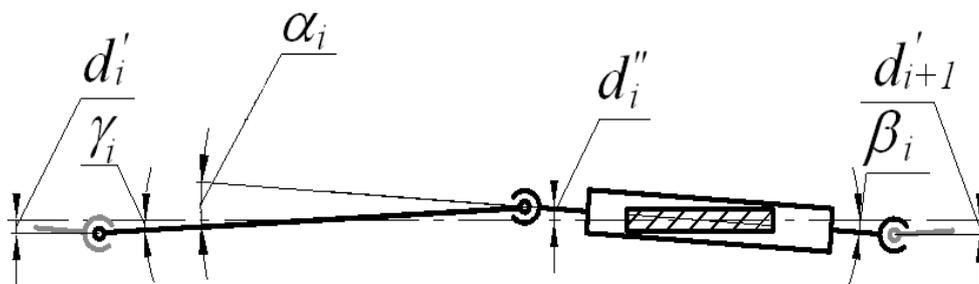
l_i – расстояние между внешними торцами направляющих i -го выносного корпуса подшипников;

l_i^{\wedge} – расстояние между внешним торцом направляющих i -го выносного корпуса подшипников со стороны фиксупункта и ближайшим шарнирным узлом цилиндра;

$l_i^{\wedge\prime}$ – расстояние между дальним от фиксупункта внешним торцом направляющих i -го выносного корпуса подшипников и ближайшим шарнирным узлом $(i+1)$ -го цилиндра турбины;



а)



б)

Рисунок 1 «Базовый» модуль СТР

а) кинематическая схема «базового» модуля СТР;

б) изменение взаимного положения элементов «базового» модуля при внешнем воздействии;

1 – «продольные шпонки»; 2 – выносной корпус подшипника;

3 – цилиндр турбины.

c_i – зазор в i -ом призматическом шарнире между направляющими «продольными шпонками» и корпусом подшипников;

$d_i^{\wedge'}$ – сдвиг ближайшего к фиксункту шарнирного узла от оси турбины в поперечном направлении;

$d_i^{\wedge''}$ – сдвиг шарнирного узла между цилиндром и корпусом подшипников от оси турбины в поперечном направлении;

$d_{(i+1)}^{\wedge'}$ – сдвиг шарнирного узла между корпусом подшипников и следующим цилиндром от оси турбины в поперечном направлении;

α_i –угловое смещение оси корпуса подшипника от оси цилиндра турбины;

β_i –угловое смещение оси корпуса подшипника относительно оси турбины;

γ_i –угловое смещение оси цилиндра относительно оси турбины;

i – номер «базового» модуля, нумерация ведется со стороны фиксункта турбины;

M – суммарный момент, приложенный к цилиндру турбины;

P – суммарное сдвиговое усилие, приложенное к цилиндру турбины.

При разработке модели приняты следующие допущения и упрощения:

- изменением линейных размеров звеньев 2 и 3, связанных с изменением их температурного состояния, а также изменением проекций этих звеньев на ось X, связанных с их поворотом относительно оси турбины, пренебрегаем;
- шарнирные узлы A_i^{\wedge} , B_i^{\wedge} и $B_{(i+1)}^{\wedge}$, при воздействии на звенья модуля внешних усилий и моментов, могут занимать только крайние положения, допускаемые конструкцией сочленения.

Воздействие на цилиндр турбины (звено 3) произвольных сдвигового усилия и момента приведёт к его сдвигу и повороту относительно оси турбины. Через шарнирный узел A_i^{\wedge} цилиндр турбины поворачивает корпус подшипника (звено 2) относительно оси турбины.

Величина углового смещения цилиндра турбины относительно оси турбины, под действием приложенных к нему внешних усилий и моментов, γ_i^{\wedge} определяется из выражения:

$$\gamma_i^{\wedge} = (d_i^{\wedge''} - d_i^{\wedge'})/L_i \quad (1)$$

Величина углового смещения оси корпуса подшипника относительно оси турбины, под действием приложенных к нему усилий со стороны цилиндра турбины, β_i^{\wedge} определяется из выражения:

$$\beta_i^{\wedge} = (d_{(i+1)}^{\wedge'} - d_i^{\wedge'}) / ((l_i^{\wedge'} + l_{i+1}^{\wedge''})) \quad (2)$$

Величина углового смещения корпуса подшипника относительно цилиндра турбины составит:

$$\alpha_i = \beta_i - \gamma_i. \quad (3)$$

Как было показано в [6] самым неблагоприятным для работы СТР является такое положение корпуса подшипников относительно продольных шпонок, когда возникает одновременный контакт продольных шпонок с обеими сторонами паза в подошве корпуса подшипника («диагональный» контакт). При этом величина предельного углового смещения оси корпуса подшипника относительно оси турбины, под действием приложенных к нему усилий со стороны цилиндра турбины $|\beta_i^{\wedge}|$ определяется из выражения:

$$|\beta_i^{\wedge}{}_{пред}| = (c_i^{\wedge})/l_i \quad (4)$$

Анализ предложенной модели показывает, что при отсутствии ограничений по величине угла α_i при воздействии на звено 3 (цилиндр турбины) внешних усилий и моментов в призматическом шарнире возникает «диагональный» контакт. Чтобы при воздействии на цилиндр турбины внешних усилий и моментов не мог возникнуть «диагональный» контакт, величина изменения угла поворота цилиндра турбины относительно корпуса подшипника в узле сочленения должна быть ограничена.

Анализ возможных вариантов взаимного перемещения цилиндра турбины и корпуса подшипника с учётом выражений (1), (2), (3) и (4) показал, что для предотвращения возникновения «диагонального» контакта абсолютная величина ограничения поворота корпуса подшипника относительно цилиндра турбины $|\alpha_i^{\wedge}{}_{пред}|$ как в положительном, так и в отрицательном направлении, при значениях $|d_i^{\wedge}'|$ допустимых для паровой турбины, должна удовлетворять условию

$$|\alpha_i^{\wedge}{}_{пред}| < |(c_i^{\wedge})/(l_i^{\wedge}) + (c_i^{\wedge})/(L_i^{\wedge}) (1/2 + (l_i^{\wedge})/(l_i^{\wedge})) - (d_i^{\wedge})/L_i| \quad (5)$$

Предложенная модель, по мнению авторов, позволяет выполнить анализ устойчивости СТР к сдвиговым усилиям от присоединённых трубопроводов для всех типов сочленения цилиндров турбины с выносными корпусами подшипников для любого количества «базовых» модулей (последовательно перемещающихся выносных корпусов подшипников).

Большинство парка отечественных турбин средней мощности составляют двух и трехцилиндровые турбины. Для этих турбин характерна схема с двумя последовательно перемещающимися выносными корпусами подшипников.

Из выражения (5) для любого последующего $i+1$ -го «базового» модуля получаем

$$|\alpha_{(i+1)}^{\wedge}{}_{пред}| < |(c_{(i+1)}^{\wedge})/(l_{(i+1)}^{\wedge}) + (c_{(i+1)}^{\wedge})/(L_{(i+1)}^{\wedge}) (1/2 + (l_{(i+1)}^{\wedge})/(l_{(i+1)}^{\wedge})) - (d_{(i+1)}^{\wedge})/(i+1)|$$

Если принять, что

$$|\alpha_{(i+1)}^{\wedge}{}_{пред}| = |\beta_{(i+1)}^{\wedge}{}_{пред}| = (c_{(i+1)}^{\wedge})/(l_{(i+1)}^{\wedge}),$$

то для того, чтобы выполнялось неравенство (5) должно быть справедливо

$$(c_{(i+1)}^{\wedge})/(L_{(i+1)}^{\wedge}) (1/2 + (l_{(i+1)}^{\wedge})/(l_{(i+1)}^{\wedge})) - (d_{(i+1)}^{\wedge})/L_{(i+1)} \geq 0$$

Предельная величина поперечного смещения шарнирного узла $B_{(i+1)}^{\wedge}$ составляет

$$d_{(i+1)}^{\wedge'} = c_i^{\wedge} \times (1/2 + (l_i^{\wedge})/(l_i^{\wedge}))$$

Тогда после ряда преобразований получаем

$$c_{(i+1)} \times (1/2 + (l_{(i+1)} / l_{(i+1)})) \geq c_i \times (1/2 + (l_i / l_i)) \quad (6)$$

Для отечественных паровых турбин, как правило, $c_i = c_{(i+1)} = c_i$ и $l_{(i+1)} = l_i = l_{(i+1)}$, тогда из неравенства (6) получаем

$$l_{(i+1)} \leq l_i$$

Соответственно, для обеспечения устойчивости СТР с двумя «базовыми» модулями необходимо, чтобы выполнялось условие

$$|\alpha_i^{\text{пред}}| \leq |\alpha_{(i+1)}^{\text{пред}}|$$

В общем виде можно записать

$$|\alpha_i^{\text{пред}}| \leq \min_i (c_i / l_i) \quad (7)$$

Таким образом, для обеспечения устойчивости СТР многоцилиндровой паровой турбины (турбины с несколькими последовательно перемещающимися выносными корпусами подшипников) необходимо, чтобы предельный угол поворота во всех узлах сочленения цилиндров турбины и корпусов подшипников не превышал наименьшей из всех корпусов подшипников величины предельного угла поворота корпуса подшипника относительно оси турбины.

Выводы:

1. Величина изменения угла поворота цилиндра турбины относительно корпуса подшипника в узле сочленения должна быть ограничена.
2. Для обеспечения устойчивости СТР паровой турбины с несколькими последовательно перемещающимися выносными корпусами подшипников необходимо, чтобы предельный угол поворота во всех узлах сочленения цилиндров турбины с корпусами подшипников не превышал величины наименьшего предельного угла поворота корпуса подшипника относительно оси турбины из всех корпусов подшипников.

Список литературы

1. Мурманский Б. Е. Разработка и реализация концепции комплексной системы повышения надежности состояния паротурбинной установки/ Б. Е. Мурманский // Надежность и безопасность энергетики. 2015. №1 (28). С. 44—48.
2. Сосновский А.Ю. Системы тепловых расширений паровых турбин: учебное пособие для вузов/ А.Ю. Сосновский, Б.Е. Мурманский, Ю.М. Бродов; под общ. ред. Ю.М. Бродова.- Екатеринбург: УРФУ, 2015. 132с.
3. Сосновский А.Ю. Современное состояние и перспективные решения по совершенствованию систем тепловых расширений паровых турбин / А.Ю. Сосновский, Б.Е. Мурманский, Ю.М. Бродов// Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2018, том 20, № 7-8, стр. 71-86
4. Ермолаев В.В. Комплексный подход к нормализации тепловых расширений турбины/ В.В. Ермолаев, А.Ю. Сосновский, А.И. Шкляр, М.В. Великович, М.В. Фертиков, Б.Е. Мурманский, М.М. Мительман // Электрические станции, 2002. №5. С. 26—31.
5. Мурманский Б. Е. О выявлении причин затруднённых тепловых расширений паровых турбин/ Б.Е. Мурманский, А.Ю. Сосновский// Энергетик, 2017, №12, с. 33-37.
6. Сосновский А.Ю. Устойчивость функционирования системы тепловых расширений паровой турбины к внешнему воздействию / А.Ю. Сосновский, Б.Е. Мурманский, Ю.М. Бродов, Ю. А. Сахнин // Электрические станции, 2017. №6. С. 35—40.

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

**СЕКЦИЯ №7.
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)**

**СЕКЦИЯ №8.
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)**

**ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT NETWORK
OF INTERNATIONAL AIRPORT ZHUKOVSKY**

Kushchenkov A.S.

RUT (МИТ), RF, Moscow

In 2016, under the decree of the President of the Russian Federation “On the National Center of Aviation Engineering” [1], at the base of the Ramenskoye Flight Research Institute (LII) aerodrome named after M.M. Gromov International Airport Zhukovsky was built experimental, state and civil aviation.

Due to overloading at airports such as Sheremetyevo, Domodedovo and Vnukovo caused by the rapid growth of passenger traffic, this project was intended as a reduction in their workload. However, due to the economic crisis in the country and the closure of a part of international air routes, airports began to cope better with congestion and, despite the fact that Zhukovsky Airport became less in demand because of this, it was completed and introduced into the transport system of the Russian Federation. The investor of this project was Rostec State Corporation, which approved the airport's development strategy. At the moment, in Zhukovsky, they have launched the second stage of the development of ground infrastructure. In 2019-2021, the passenger infrastructure will be significantly improved - the area of the passenger terminal will increase, a hotel will be built at the airport and the range of non-aviation services will be expanded.

For two and a half years from the date of opening the airport, the number of passengers has increased significantly. According to statistical data (Table 1), provided by the Russian Center for Complex Transport Problems of the Ministry of Transport of the Russian Federation, passenger traffic at Zhukovsky Airport performed by Russian airlines in 2018 amounted to 815,700 people - 395% more than in 2017. This number of passengers was achieved through active work to expand the geography of flights and attract new foreign airlines. It should be noted that in 2018 such countries as Germany, Denmark, Vietnam, India, Norway, Tanzania, Uzbekistan and the Czech Republic were included. The list of cities in China, Kyrgyzstan and Tajikistan also expanded, which significantly affected the increase in passenger traffic.

Table 1 - The number of passengers carried in 2017 and 2018

Country	Number of passengers carried in 2017, pers.	Number of passengers carried in 2018, pers.
Russia	14 744	122285
Kazakhstan	1	1729
Azerbaijan	11 060	11279
Vietnam	—	492
Germany	—	8
Georgia	13 221	93932
Denmark	—	217
Israel	22 502	80742
India	—	4
Italy	7 324	35523

Kyrgyzstan	51 877	127959
China	5 567	165931
Norway	—	134
Tajikistan	71 488	166422
Tanzania	—	237
Tunisia	5 290	961
Turkmenistan	—	4
Turkey	2 962	2938
Uzbekistan	—	3294
Czech	—	1133
Switzerland	206	476
Bulgaria	188	—
Greece	77	—
Total	206507	815700

According to the development strategy of Zhukovsky Airport, due to the increased rate of growth in the number of passengers, by mid-2020 it is planned to expand the passenger terminal from 17,000 m² to 37,000 m² [2]. This will increase the capacity up to six million passengers a year. It is also planned to increase the apron by 30 additional places.

According to the official website of Zhukovsky Airport, today, passengers can get to arrival and departure points by public transport in several ways:

1. By Bus No. 441. The route runs from the Kotelniki metro to Zhukovsky airport and in the opposite direction (Figure 1). Buses leave every 15 minutes. The journey takes about 1 hour, not counting traffic jams. For the convenience of passengers on the official website of the airport posted schedule. Buses are equipped with spacious luggage compartments, climate control systems in salons, tachographs and other modern technologies aimed at ensuring passenger safety.

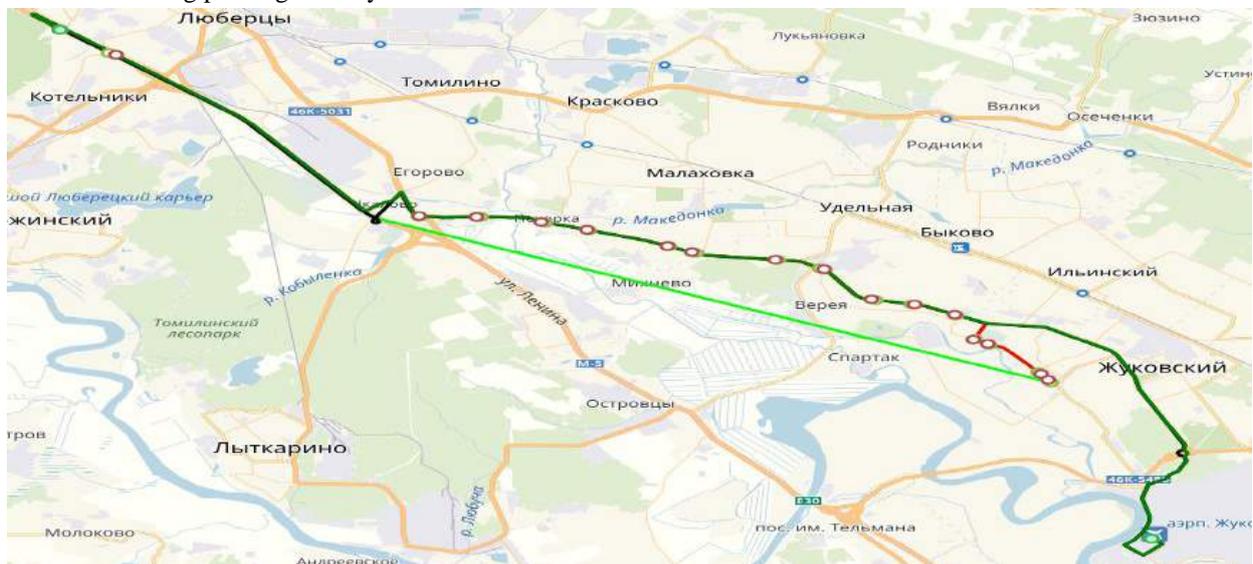


Figure 1 - The route of the metro Kotelniki - Zhukovsky Airport

2. On the train. The route is laid from the Vykhino railway station to the Otdykh station with a transfer to the shuttle bass to Zhukovsky airport (Figure 2.3). Travel time is more than 1 hour, not counting traffic jams. For convenience, the official website also posted a schedule of shuttle-bass.

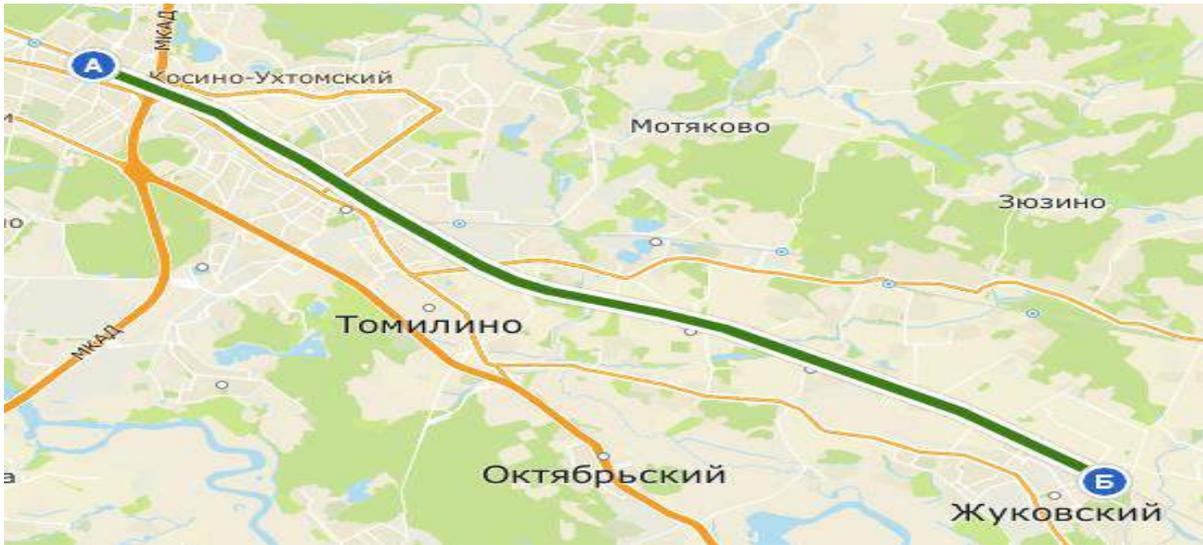


Figure 2 - The route station Vykhino - station Rest

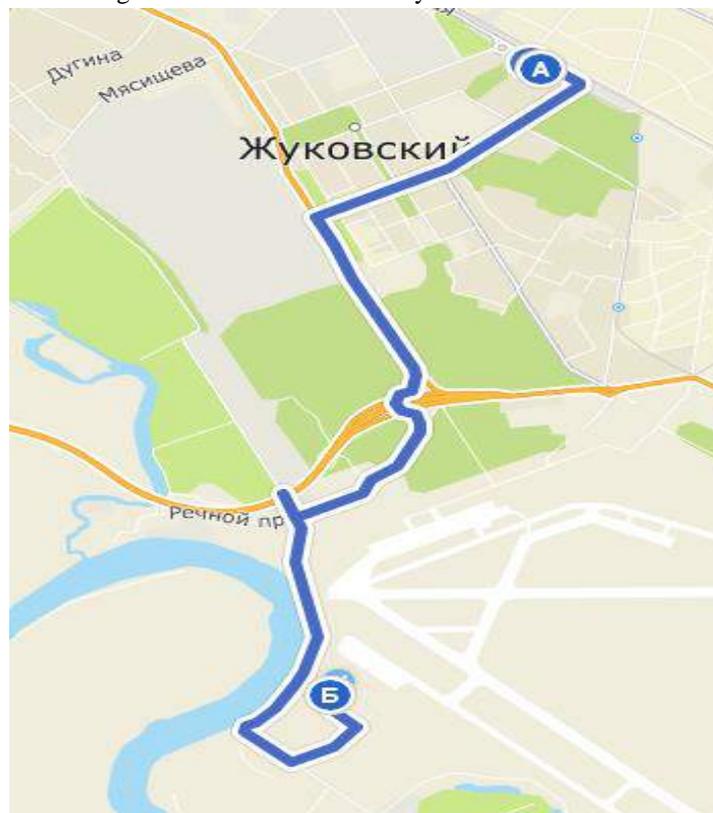


Figure 3 - Route Station Rest - Zhukovsky Airport

Currently, the transport accessibility of the Zhukovsky airport is being improved in accordance with the state program of the Moscow region “Development and functioning of the road and transport complex for 2017-2021” [3]. For example, it is planned to repair and expand the road on Narkomvod Street, due to non-compliance with modern requirements. It also considers the construction of bus stops for public transport, the expansion of the access road to the airport to 4 lanes and the installation of a street lighting system. The updated infrastructure will provide a capacity of up to 40,000 vehicles per day, significantly improving the transport accessibility of the airport.

Bibliography

1. Internet resource: the website of the national aviation industry <http://www.ncarussia.ru> (Date of circulation 23.02.2019).
2. Internet resource: Zhukovsky Airport will expand the terminal by the end of 2020

https://www.m24.ru/news/transport/15112018/54177?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop (appeal date 02/23/2019).

3. Internet resource: Development and functioning of the road-transport complex for 2017-2021 http://www.vidnoe-adm.ru/uploads/docs/870_26111.pdf (Date 24.02.2019)

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

НЕОБХОДИМОСТЬ РЕНОВАЦИИ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН И РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ МОСКВЫ-РЕКИ

Васин А.Н.

студент магистратуры

ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»

Аннотация: В статье рассматривается вопрос о необходимости реновации набережных Москвы-реки, которая оказывает решающее влияние на качество городской среды. Именно от реки во многом зависит, как выглядит город в целом, насколько комфортно чувствуют себя москвичи и гости столицы. Развитие российской столицы всегда было тесно связано с ее расположением на берегах Москвы-реки. Во все времена река неизменно сохраняла свою значимость для города, при этом меняя свое функциональное использование.

Принципиально важно, чтобы реновация органично вписывалась в контекст приоритетов градостроительной политики г. Москвы, поскольку ее реализация будет направлена на обеспечение структурной целостности города, включая переход Москвы от моноцентрического к полицентрическому городу с новыми точками роста - на формирование города, удобного и комфортного для всех. Основная цель проведения реновации а - сделать зону у воды максимально доступной для всех. Реновация набережных должна обеспечить комплексное развитие территорий, затронуть формирование открытых общественных пространств. Как выглядят городские набережные и сама Москва-река, насколько она доступна горожанам - от этого зависит облик всего города. Именно поэтому данная проблема актуальна в современности.

Ключевые слова: реновация, река, акватория.

Время не стоит на месте – развиваются и меняются города. Какие-то объекты городской среды устаревают, теряют свое прежнее назначение и их надо как-то приспособлять под нужды города. Особенно это касается территорий некогда крупных заводов и фабрик, которые занимают довольно обширные территории и располагают интересными, с точки зрения архитектуры, объектами. И вот в архитектурный язык плотно вошло понятие – реновация.

Реновация (от латинского *renovatio* - ремонт, обновление, реконструкция) - процесс, который включает в себя выполнение целого комплекса взаимосвязанных между собой строительных работ, в которые входит полная реконструкция объектов и их дальнейшая адаптация под какие-либо современные нужды. [2]

Для каждого объекта, как правило, продумывается своя индивидуальная концепция по реконструкции и несколько интересных сценариев использования данной территории. Реновация предполагает полную модернизацию выбранных объектов, а также прилегающей к ним территории, в полном соответствии с сегодняшней политикой столицы.

Условно реновацию можно поделить на следующие виды:

- принудительную, которая проводится на основании решения руководства или властей;
- эволюционную, которая протекает в естественном порядке. Она считается результатом отсутствия диагностики состояния основных фондов на предмет их исправности и безопасности. В особо запущенных случаях такой подход может привести к поломке или даже аварии;

- волонтаристическую, направленную реализовать желаемые цели без учёта объективных обстоятельств и возможных последствий.

Так же нужно отметить типы реновации, такие как:

- градостроительная реновация;
- реновация отдельных объектов архитектуры;
- реновация объектов ландшафтной архитектуры;
- реновация объектов акватории. [2]

Столица России постоянно подвергается всем перечисленным видам и типам реновации.

Особняком стоит реновация объектов акватории и прибрежных зон. Во всем мире, и в России в частности множество городов получили свое развитие благодаря рекам – судоходным торговым путям. В настоящее время изжили себя множество промыслов, связанных с необходимостью располагать предприятия у воды. Водные объекты горожане склонны воспринимать как рекреационные зоны, хотя в большинстве городов реки еще остаются транспортными артериями.

Поскольку в статье затронута проблема реновации объектов акватории, необходимо разобраться, что же это такое. Множество словарей и энциклопедий дают примерно такое определение: акватория (от слова aqua — вода и territorium — территория) — участок водной поверхности, ограниченный естественными, искусственными или условными границами. Следует различать два вида акватория:

- естественные - океаны, моря, озёра, реки, заливы, бухты;
- искусственные - водохранилища, порты, каналы. [2]

Таким образом акватория Москвы-реки – естественный вид акватории, на которой город образовался, вырос и продолжает развиваться

Чтобы понять большое влияние реки на город, обратимся к цифрам:

- площадь рассмотрения - 10400 га, из них 1940 га – территория водной поверхности Москвы-реки;
- протяженность Москвы-реки 83 км в пределах городской черты;
- протяженность береговой полосы - 201 км по обоим берегам. [4]

Как выглядят городские набережные и сама река, насколько она доступна жителям столицы - от этого зависит облик всего города. Развитие российской столицы всегда было тесно связано с ее расположением на берегах Москвы-реки. Во все времена река неизменно сохраняла свою значимость для города, при этом меняя свое функциональное использование. «Москва-река оказывает решающее влияние на качество городской среды, именно от нее во многом зависит, как выглядит город в целом, насколько комфортно чувствуют себя москвичи - заявил мэр столицы Сергей Собянин».

К сожалению, пока река, которая протекает в черте города на расстоянии 83 км и имеет береговую линию протяженностью 201 км, для москвичей большей частью закрыта промзонами, на долю которых приходится четверть всех прилегающих к ней земель.

Поэтому реновация прибрежных зон принципиально важна для города. Чтобы реновация органично вписывалась в контекст приоритетов градостроительной политики г. Москвы, ее реализация должна быть направлена на обеспечение структурной целостности города, включая переход Москвы от моноцентрического к полицентрическому городу, с новыми точками роста, на формирование города, удобного и комфортного для всех.

На протяжении длительного времени прибрежные зоны не были обустроены, а в ряде мест река вообще недоступна для горожан. По оценкам специалистов Стройкомплекса, 16% территорий вдоль главной водной артерии Москвы (32,4 га) не имеют доступа к реке, еще 44% (87 га) не благоустроены или заброшены (рис. 1). [1]



Рисунок 1 - Организация набережных в г. Москва

В настоящий момент использование прибрежной территории Москвы-реки распределено таким образом: жилых зданий расположено всего 2,2%, общественных пространств - 11, природных зон - 14%. [4]. Для того чтобы открыть людям доступ к воде, сделать город более красивым и уютным, и решено, пояснил главный архитектор Москвы Сергей Кузнецов, превратить реку в главную парадную магистраль российской столицы. Он отметил, что при развитии территорий, прилегающих к Москве-реке, планируется использовать дизайн-код, который будет определять гармоничное соотношение высоты и ширины зданий, обращенных фасадами к реке, и их общие пропорции. Проект обеспечит комплексное развитие территорий.

Опыт других мегаполисов показывает, что зона возле реки должна служить в первую очередь пешеходам, быть доступной для прогулок, для отдыха (рис. 2). Мы же в Москве привыкли, что вдоль набережных идут автомобили, а доступа к реке нет. Фактически пешеходам доступно только 7% берегов Москвы-реки. Это не идет ни в какое сравнение с другими мировыми центрами. В Лондоне 76% прибрежной полосы Темзы доступны людям, каждый может подойти к воде, прикоснуться к ней. В Париже доступность берегов Сены – 52%. [1]



Рисунок 2 – организация набережных и прибрежных зон в мировых мегаполисах

На сегодняшний день в Париже удалось добиться того, что участок длиной порядка 2,3 км на левом берегу Сены: от моста Альма до моста Пон Ройяль уже освобожден от автомобильного транспорта, начиная с 2013 года.

На этом общественном пространстве оборудованы искусственные пляжи и удобные скамейки, плавучие теплицы и домики, сделанные из грузовых контейнеров, в которых разместились, в том числе кафе и магазинчики, и развлечения для детей и многие другие элементы, сделавшие эту среду дружелюбной и привлекательной как для парижан, так и для туристов. Теперь решено продолжить проект и на правом берегу Сены. На отвоеванном у машин пространстве будет организован широкий променада, вдоль которого высадят ряды деревьев, призванные создавать комфортную тень для любителей пешеходных прогулок в летние месяцы. Также вдоль променада расположатся детские и спортивные площадки. [3]

Как неоднократно отмечал зам. мэра по градостроительной политике и строительству Марат Хуснуллин, итогом работы по преобразованию Москвы-реки должно стать создание в городе целостной системы взаимосвязанных прибрежных территорий и повышение эффективности их использования. Согласно плану, реорганизации также подвергнутся порядка 10,4 тыс. га земли, тяготеющей к водному пространству реки. Вдоль реки планируется привести в порядок набережные, построить подъездные пути и организовать систему развитого водного транспорта. Обновление реки должно улучшить визуальное восприятие исторических ансамблей, повлечь за собой логичную реорганизацию промзон, выходящих к реке, и изменение их функционального назначения. По итогам анализа всех составляющих (теоретического и практического существующего опыта современных тенденций в градостроительстве и реконструкций прибрежных зон) будет сформулирована общая концепция развития в городе Москве целостной системы территорий, прилегающих к Москве-реке. Как результат планируется предоставить общую концепцию развития территории в зоне влияния реки. [3]

Список источников и литературы

1. Москомархитектура. Альбом типовых решений по комплексному благоустройству набережных Москвы-реки. А.Белов, А. Левицкая, А. Альберт, И. Зельцман под общим руководством С. О. Кузнецова, М.: «АВТ Групп», 2016
2. <https://ru.wikipedia.org>
3. <https://stroimsk.ru/road/rekonstruktsiya-naberiezhnykh-moskvy-rieki>
4. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 07.05.2013)

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

**СЕКЦИЯ №16.
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА,
ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)**

**СЕКЦИЯ №17.
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)**

**СЕКЦИЯ №18.
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ,СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)**

**СЕКЦИЯ №19.
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)**

**СЕКЦИЯ №20.
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)**

**СЕКЦИЯ №21.
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)**

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2019 ГОД

Январь 2019 г.

VI Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях»**, г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2019 г.

Февраль 2019 г.

VI Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом»**, г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2019 г.

Март 2019 г.

VI Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения»**, г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2019 г.

Апрель 2019 г.

VI Международная межвузовская научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы науки и техники»**, г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2019 г.

Май 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2019 г.

Июнь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2019 г.

Июль 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция **«Перспективы развития технических наук»**, г. Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2019 г.

Август 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г. Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2019 г.

Сентябрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г. Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2019 г.

Октябрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г. Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2019 г.

Ноябрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**», г. Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2019 г.

Декабрь 2019 г.

VI Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**», г. Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2019 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2020 г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Вопросы современных технических наук:
свежий взгляд и новые решения**

Выпуск VI

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 марта 2019 г.)**

г. Екатеринбург

2019 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород

Подписано в печать 10.03.2019.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 3,1.
Тираж 250 экз. Заказ № 033.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.