



ГЛОБАЛИЗАЦИЯ

СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
2019

МОНОГРАФИЯ

*Международный научно-образовательный
проект SWorld*



Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н., Михайлов Н.И., Олексин Ю.П. и др.

ГЛОБАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2019

ВХОДИТ В РИНЦ SCIENCE INDEX

DOI: 10.21893/978-5-6042828-5-4.0

МОНОГРАФИЯ

Иваново
Научный мир
2019

УДК 001.895
ББК 94
Г 547

Авторский коллектив:

Бабина Ю.И. (14), Галушак И.Д. (2), Гладь И.В. (2), Демидовская А.Е. (12),
Елукова Ж.А. (12), Жмурина К.А. (13), Зарипова Э.М. (5), Киянюк А.И. (2),
Львович И.Я. (1,4,6,8,10), Макаров В.П. (7), Михайлив И.Н. (2), Михайлив Н.И. (2),
Олексин Ю.П. (11), Орлов Н.М. (9), Осадчук А.В. (3), Осадчук Я.А. (3),
Осипова О.А. (13), Преображенский А.П. (1,4,6,8,10), Скворцова Т.А. (13),
Теркулова Р.Р. (5), Федорив М.И. (2), Федяева З.А. (5),
Фрунзе Е.М. (14), Цинивский И.О. (11), Чопоров О.Н. (1,4,6,8,10)

Г 547 **Глобализация** современных научных исследований 2019 : монография /
[авт.кол. : И.Я.Львович, А.П.Преображенский, О.Н.Чопоров,
Н.И.Михайлив, Ю.П.Олексин и др.]. – Иваново: Научный мир, 2019 –
168 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-6042828-5-4

Монография содержит научные исследования авторов. Может быть полезна для инженеров, руководителей и других работников предприятий и организаций, а также преподавателей, соискателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений.

УДК 001.895
ББК 94
DOI: 10.21893/978-5-6042828-5-4.0

© Коллектив авторов, 2019
© Научный мир, оформление, 2019

ISBN 978-5-6042828-5-4



Монография подготовлена авторским коллективом:

1. *Бабина Юлиана Ивановна*, Государственный Педагогический Университет им. И. Крянгэ, Молдова, аспирант - Глава 14 (в соавторстве)
2. *Галуцак Иван Дмитриевич*, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина, кандидат технических наук, доцент - Глава 2 (в соавторстве)
3. *Гладь Иван Васильевич*, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина, кандидат технических наук, доцент - Глава 2 (в соавторстве)
4. *Демидовская Анастасия Евгеньевна*, Северный (Арктический) федеральный университет, Россия, кандидат педагогических наук, доцент - Глава 12 (в соавторстве)
5. *Елукова Жанна Анатольевна*, Северный (Арктический) федеральный университет, Россия, кандидат филологических наук, доцент - Глава 12 (в соавторстве)
6. *Жмурина Ксения Андреевна*, Ростовский государственный университет путей сообщения, Россия, студент - Глава 13 (в соавторстве)
7. *Зарипова Эльвира Мансуровна*, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, кандидат медицинских наук, доцент - Глава 5 (в соавторстве)
8. *Киянюк Александр Иванович*, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина, соискатель, старший преподаватель - Глава 2 (в соавторстве)
9. *Львович Игорь Яковлевич*, Воронежский институт высоких технологий, Россия, доктор технических наук, профессор - Глава 1,4,6,8,10 (в соавторстве)
10. *Макаров Владимир Петрович*, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, Россия, специалист - Глава 7
11. *Мыхайлив Иван Николаевич*, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина, соискатель, старший преподаватель - Глава 2 (в соавторстве)
12. *Мыхайлив Николай Иванович*, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина, доктор технических наук, профессор - Глава 2 (в соавторстве)
13. *Олексин Юрий Петрович*, Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Украина, доктор педагогических наук, профессор - Глава 11 (в соавторстве)
14. *Орлов Николай Михайлович*, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Украина, доктор наук государственного управления, доцент - Глава 9
15. *Осадчук Александр Владимирович*, Винницкий национальный технический университет, Заведующий кафедры радиотехники, Украина, доктор технических наук, профессор - Глава 3 (в соавторстве)
16. *Осадчук Ярослав Александрович*, Винницкий национальный технический университет, научный сотрудник кафедры радиотехники, Украина, кандидат технических наук - Глава 3 (в соавторстве)
17. *Осипова Ольга Альбертовна*, Ростовский государственный университет путей сообщения, Россия, студент - Глава 13 (в соавторстве)
18. *Преображенский Андрей Петрович*, Воронежский институт высоких технологий, Россия, доктор технических наук, доцент - Глава 1,4,6,8,10 (в соавторстве)
19. *Скворцова Татьяна Александровна*, Ростовский государственный университет путей сообщения, Россия, кандидат юридических наук, доцент - Глава 13 (в соавторстве)
20. *Теркулова Рания Райфовна*, Россия - Глава 5 (в соавторстве)
21. *Федорив Михаил Иосипович*, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина, кандидат технических наук, доцент - Глава 2 (в соавторстве)
22. *Федяева Зинера Айратовна*, Россия - Глава 5 (в соавторстве)
23. *Фрунзе Елена Михайловна*, Академия Музыки, Театра и ИЗО, Молдова, соискатель, старший преподаватель - Глава 14 (в соавторстве)
24. *Цинивський Ілля Александрович*, Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Украина, студент - Глава 11 (в соавторстве)
25. *Чопоров Олег Николаевич*, Воронежский государственный технический университет, Россия, доктор технических наук, профессор - Глава 1,4,6,8,10 (в соавторстве)



Содержание

РАЗДЕЛ. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ГЛАВА 1. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-009

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ IT СТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ HELPDESK

Введение.....	8
1.1. Организация технической поддержки	8
1.2. Особенность дизайна	16
Выводы	18

ГЛАВА 2. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-008

ПРОБЛЕМА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ БУРИЛЬНИХ УСТАНОВОК

2.1. Анализ надежности и энергоэффективности буровых установок	19
2.2. Разработка компьютерно-ориентированных моделей надежности электрооборудования и систем электроснабжения	20
2.3. Анализ работ и информационных потоков, описывающих энергетические затраты и их влияние на окружающую среду	23

РАЗДЕЛ. ИНФОРМАТИКА, КИБЕРНЕТИКА И АВТОМАТИКА

ГЛАВА 3. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-007

РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЧАСТОТНЫЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ С ТЕНЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ БИПОЛЯРНЫМИ И ПОЛЕВЫМИ ТРАНЗИСТОРАМИ

Введение.....	27
3.1. Радиоизмерительный частотный параметрический преобразователь давления на основе биполярной транзисторной структуры	27
3.2. Радиоизмерительный частотный параметрический преобразователь давления на основе двухколлекторного тензотранзистора	33
3.3. Радиоизмерительный частотный параметрический преобразователь давления на основе двухстокового МДП тензотранзистора	37
Выводы	40



ГЛАВА 4. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-010

**ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ**

Введение.....	42
4.1. Модели распространения радиоволн	43
4.2. Эффект перемещения предметов по комнате	46
4.3. Статистическая модель для статического использования	47
4.4. Влияние строительных материалов, оборудования и мебели	48
Выводы	48

РАЗДЕЛ. МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

ГЛАВА 5. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-004

**ВНЕДРЕНИЕ НОВОЙ ФОРМЫ ВКЛАДЫША К МЕДИЦИНСКОЙ
КАРТЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО БОЛЬНОГО ФОРМЫ 043/У И
ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ
УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ ПОМОЩИ НА
СТОМАТОЛОГИЧЕСКОМ ПРИЕМЕ**

49

РАЗДЕЛ. БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

ГЛАВА 6. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-011

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В РЕГИОНАХ

Введение.....	59
6.1. Особенности экологии с точки зрения научного подхода.....	59
6.2. Экологические проблемы в регионах	61
Выводы	64

РАЗДЕЛ. ГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА И ГЕОДЕЗИЯ

ГЛАВА 7. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-001

**НЕФТЯНАЯ ТРИАДА - ЗП: ПЛОТНОСТЬ- ПОРИСТОСТЬ-
ПРОНИЦАЕМОСТЬ**

65



РАЗДЕЛ. МЕНЕДЖМЕНТ И МАРКЕТИНГ

ГЛАВА 8. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-013

ОСОБЕННОСТИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ

Введение.....	84
8.1. Основные понятия теории решений.....	84
8.2. Содержание и этапы процесса принятия управленческих решений ..	85
8.3. Краткая классификация управленческих решений	86
8.4. Методы и условия принятия решений (основные подходы).....	87
8.5. Условия для принятия управленческих решений.....	90

ГЛАВА 9. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-006

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЕ ПУБЛИЧНОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ПРИ

ПРЕДОСТАВЛЕНИИ УСЛУГ ОБЩЕСТВЕННОСТИ В УКРАИНЕ..... 92

РАЗДЕЛ. ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИКА

ГЛАВА 10. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-012

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЙТИНГОВЫХ ОЦЕНОК В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Введение.....	99
10.1. Концептуальные основы системы оценки рейтинга	99
10.1.1. Информационно-аналитическая система оценки рейтинга успеваемости студентов на статической и экспертной базе ...	101
10.1.2. Рейтинговая система контроля и оценки знаний как фактор повышения мотивации студентов.....	102
10.2. Рейтинговая система оценки знаний.....	105
10.2.1. Рейтинговая система оценки знаний студентов в современном образовательном пространстве	105
10.2.2. Рейтинговая система оценки знаний студентов	107
Выводы	107

ГЛАВА 11. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-002

УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКОЙ МЕНЕДЖЕРОВ В ОТРАСЛИ ОБРАЗОВАНИЯ

Введение.....	109
11.1. Теоретико-методологические основы подготовки менеджеров в области образования	109
11.2. Научные основы подготовки менеджеров в области образования. .	111
Выводы	116



РАЗДЕЛ. ФИЛОЛОГИЯ, ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ И ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 12. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-003

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МУЛЬТИЯЗЫКОВОЙ СРЕДЕ

Введение.....	118
12.1. Современное значение развития критического мышления языковыми средствами	118
12.2. Практика внедрения методов развития критического мышления при обучении иностранному языку студентов нелингвистических направлений подготовки	122
12.3. Область применения результатов исследования	126
Выводы	127

РАЗДЕЛ. ЮРИДИЧЕСКИЕ И ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ГЛАВА 13. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-014

НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ (БАНКРОТСТВО) ГРАЖДАН И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ

Введение.....	129
13.1. Понятие и признаки несостоятельности (банкротства) граждан и индивидуальных предпринимателей	130
13.2. Порядок признания гражданина и индивидуального предпринимателя несостоятельным (банкротом).....	132
Выводы	134

РАЗДЕЛ. ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ И КУЛЬТУРА

ГЛАВА 14. DOI:10.21893/978-5-6042828-5-4.0-005

КУЛЬТУРА КУКУТЕНЬ-ТРИПОЛЬЕ И КЕРАМИКА В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА: ИСТОРИОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, МЕЖКУЛЬТУРНЫЕ СВЯЗИ

Введение.....	136
14.1. Культура - цивилизация	136
14.2. Ретроспективные ссылки. Хронология и периодизация.....	138
14.3. Эхо древнего культа.....	141
14.4. Происхождение Трипольской культуры. Археологические и этнологические рецепции.....	145
14.5. Молдавские мастера-гончары	149
Выводы	152

ЛИТЕРАТУРА	155
------------------	-----



ГЛАВА 3. РАДІОВИМІРЮВАЛЬНІ ЧАСТОТНІ ПАРАМЕТРИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ТИСКУ З ТЕНЗОЧУТЛИВИМИ БІПОЛЯРНИМИ ТА ПОЛЬОВИМИ ТРАНЗИСТОРАМИ

Вступ

Дослідження впливу тиску в рідких чи газоподібних середовищах є основою фундаментальних наукових досліджень, за допомогою яких визначається будова і склад речовини, розробляються ядерні джерела енергії, досліджується космічний простір, розробляються методи діагностики у техніці та медицині [1–4]. Більшість перетворювачів тиску є аналоговими, за допомогою яких зміна тиску перетворюється в електричний сигнал у вигляді напруги або струму. Перетворювачі тиску з частотним виходом мають ряд переваг перед аналоговими, це полягає у значному підвищенні завадостійкості, що дозволяє збільшити точність вимірювання, а також у можливості одержання значних вихідних сигналів.

Створення радіовимірювальних частотних перетворювачів тиску на основі транзисторних структур, в яких біполярний і польовий транзистори виступають як тензочутливі елементи, потребує розробки математичних моделей на основі яких можна визначити залежності активної і реактивної складових повного опору структури, резонансної частоти перетворювачів від тиску, отримати рівняння чутливості та дослідити параметри і характеристики перетворювачів. Розгляду цих задач присвячено даний розділ.

3.1. Радіовимірювальний частотний параметричний перетворювач тиску на основі біполярної транзисторної структури

Розглянемо схему радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску. Електрична схема перетворювача показана на рис. 1. Вона являє собою інтегральну схему, що складається з чотирьох біполярних транзисторів з однаковим типом провідності, два з яких є тензочутливими елементами, що створює передумови побудови частотного пристрою тиску [5].

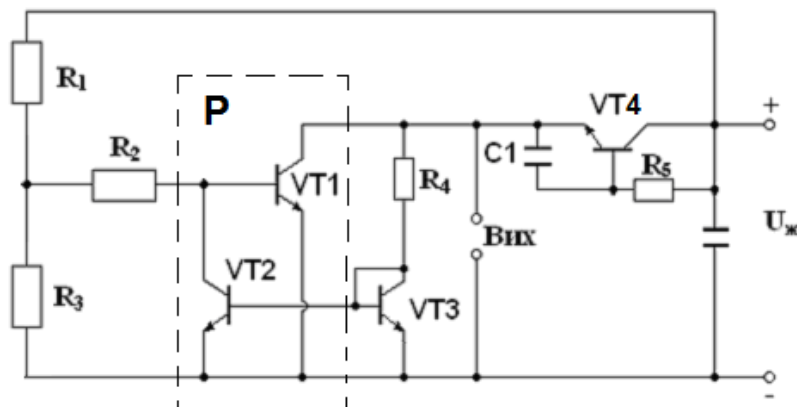


Рис. 1. Електрична схема радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску на біполярній транзисторній структурі з активним індуктивним елементом



На електродах колектор-емітер транзисторів VT1 і VT2 існує повний опір, активна складова якого має від'ємне значення, а реактивна – ємнісний характер. Підключення активної індуктивності до колектора VT1 створює коливальний контур, втрати енергії в якому компенсуються від'ємним диференціальним опором [6]. Таким чином, резонансна частота коливального контуру залежить від дії тиску на тензочутливі біполярні транзистори.

На рис. 2 представлено сімейство статичних вольт-амперних характеристик радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску на біполярній транзисторній структурі з активним індуктивним елементом, а на рис. 3 сімейство динамічних вольт-амперних характеристик.

Еквівалентна схема радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску представлена на рис. 4. Вона враховує нелінійні властивості схеми, оскільки автогенератор може працювати як у лінійному, так і нелінійному режимах. Вольт-амперна характеристика має ділянку від'ємного диференціального опору, що дозволяє компенсувати втрати енергії в коливальному контурі, який утворений еквівалентною ємністю колектор-емітер транзисторів VT1 та VT2 структури перетворювача (рис. 1) і активною індуктивністю.

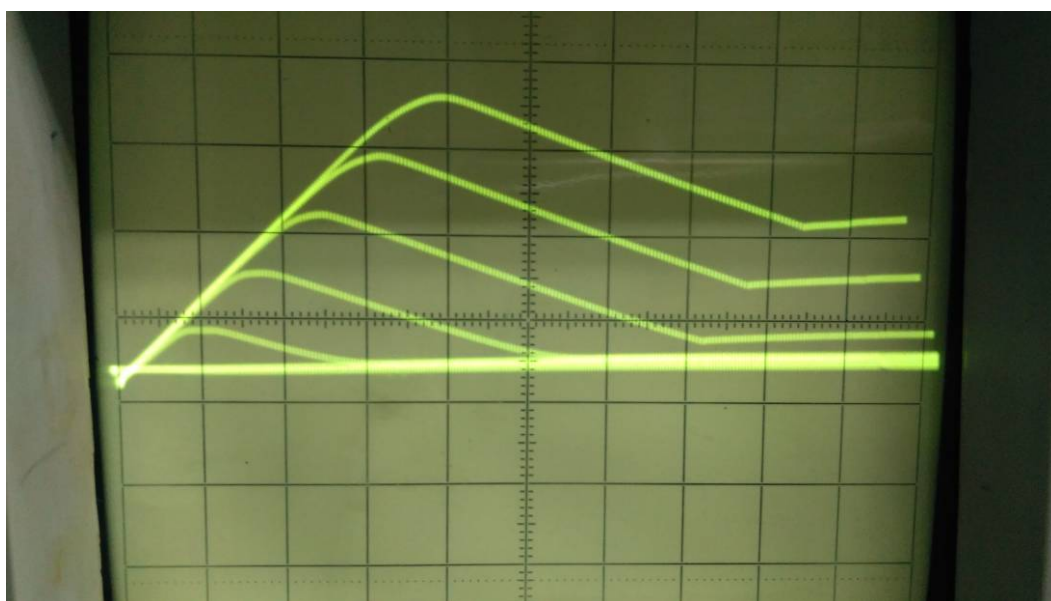


Рис. 2. Сімейство статичних вольт-амперних характеристик (по вертикальній вісі одна поділка – 2мА, а по горизонтальній вісі – 2В)

Для визначення функції перетворення необхідно знайти залежність частоти генерації від дії тиску. Це можливо зробити розв'язавши систему рівнянь Кірхгофа, яка складена для змінного струму на основі еквівалентної схеми (рис. 4). Розв'язання системи рівнянь Кірхгофа дозволяє отримати величину повного опору на електродах колектор-емітер транзисторів VT1 та VT2 перетворювача. При розкладанні повного опору на дійсну і уявну складові можна визначити еквівалентну ємність коливального контуру, яка залежить від тиску.

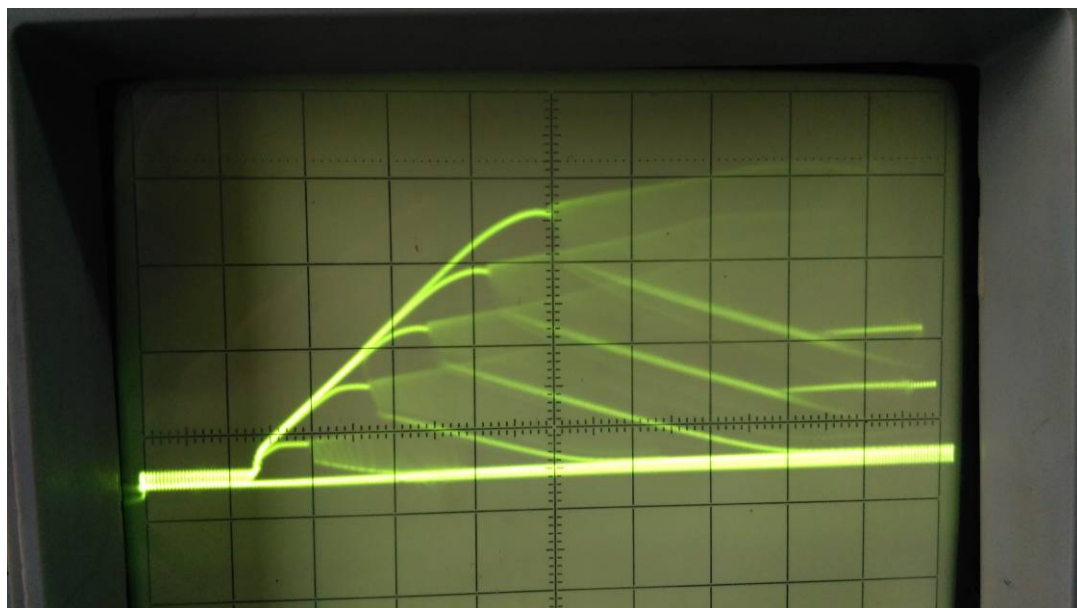


Рис. 3. Сімейство динамічних вольт-амперних характеристик (по вертикальній вісі одна поділка – 2мА, а по горизонтальній вісі – 2В)

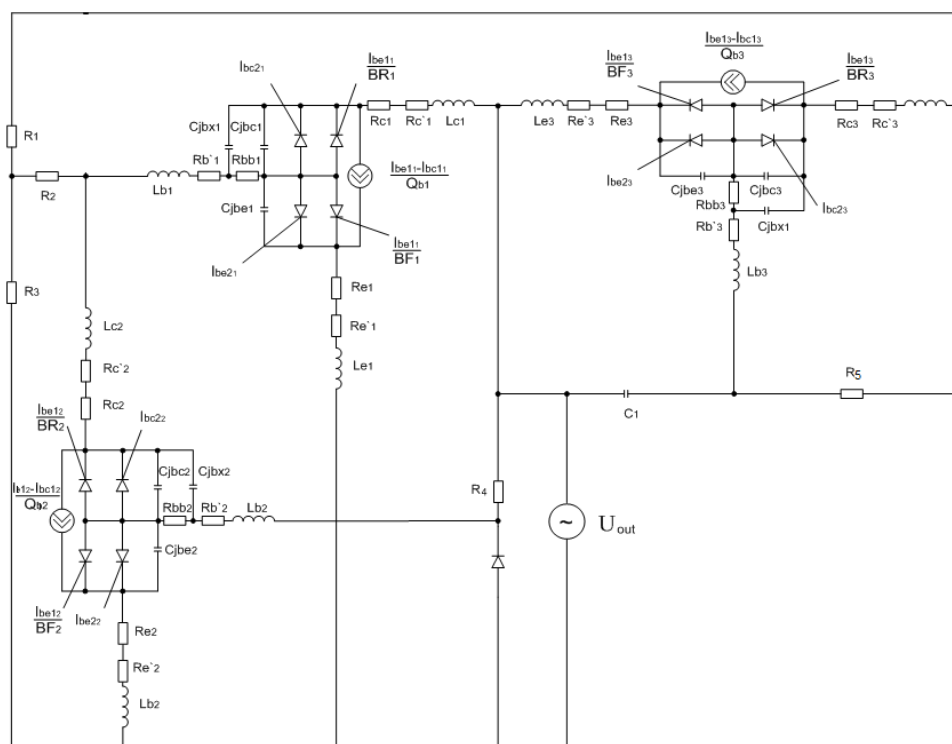


Рис. 4. Еквівалентна схема радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску

На рис. 4 використані такі позначення:

$$Z_1 = R_2; Z_2 = R_{b1} + j\omega L_{b1}; Z_3 = R_{bb1}; Z_4 = -j/(\omega C_{bx1}); Z_5 = -j/(\omega C_{jbc1}); Z_6 = R_8;$$

$$Z_7 = -j/(\omega C_{bc21}); Z_8 = R_9; Z_9 = -j/(\omega C_{be21}); Z_{10} = -j/(\omega C_{jbe1});$$

$$Z_{11} = R_{c1} + R'_{c1} + j\omega L_{c1}; Z_{12} = R_{e1} + R'_{e1} + j\omega L_{e1}; Z_{13} = R_{c2} + R'_{c2} + j\omega L_{c2};$$

$$Z_{14} = -j/(\omega C_{bc22}); Z_{15} = R_8; Z_{16} = R_9; Z_{17} = -j/(\omega C_{be22});$$



$Z_{18} = R_{e2} + R'_{e2} + j\omega L_{e2}$; $Z_{19} = -j/(\omega C_{jbe2})$; $Z_{20} = R_{bb2}$; $Z_{21} = -j/(\omega C_{jbc2})$;
 $Z_{22} = -j/(\omega C_{bx2})$; $Z_{23} = R_{b2} + j\omega L_{b2}$; $Z_{24} = -j/(\omega C_d)$; $Z_{25} = R_d$, $Z_{26} = R_4$,
 $Z_{27} = -j/(\omega C_1)$; $Z_{28} = R_5$, $Z_{29} = R_{b3} + j\omega L_{b3}$, $Z_{30} = -j/(\omega C_{bx3})$; $Z_{31} = R_{bb3}$,
 $Z_{32} = -j/(\omega C_{jbe3})$; $Z_{33} = -j/(\omega C_{jbc3})$; $Z_{34} = R_{e3} + R'_{e3} + j\omega L_{e3}$; $Z_{35} = -j/(\omega C_{be23})$;
 $Z_{36} = R_{11}$; $Z_{37} = R_{10}$; $Z_{38} = -j/(\omega C_{bc23})$; $Z_{40} = R_1$; $Z_{39} = R_{c3} + R'_{c3} + j\omega L_{c3}$; $Z_{41} = R_3$.
 C_{jbc} – ємність колекторного переходу; C_{jbe} – ємність емітерного переходу; C_{bx} –
 вхідна ємність транзистора; R'_b – омичний опір базового електрода; R_b – опір
 бази; R'_c – омичний опір колекторного електрода; R_c – опір колекторного
 переходу; R'_e – омичний опір емітерного електрода; R_e – опір емітерного
 переходу; L_e – індуктивність емітерного електрода; L_c – індуктивність
 колекторного електрода; L_b – індуктивність базового електрода; R_1, R_2, R_3 , –
 опори подільника; C_1 – ємність фазозсувного ланцюга активної індуктивності;
 R_5 – опір фазозсувного ланцюга активної індуктивності.

Ємність емітерного переходу описується виразами [7]

$$\begin{aligned}
 C_{be} &= C_{едиф} + C_{ебар}; \\
 C_{едиф} &= \tau / (m_e \cdot \varphi_T) (I_{едиф} - I_{beo}); \\
 C_{ебар} &= C_{ебар.о} [U_{кон.е} / (U_{кон.е} - U_e)] n_e,
 \end{aligned}$$

де $C_{едиф}, C_{ебар}$ – дифузійна та бар'єрна ємності емітерного переходу; $C_{ебар.о}$ –
 бар'єрна ємність емітерного переходу при нульовій напрузі зміщення;
 τ – ефективний час життя неосновних носіїв бази при нормальному включенні
 біполярного транзистора; $U_{кон.е}$ – контактна різниця потенціалу емітерного
 переходу; n_e – коефіцієнт, який залежить від характеру p-n переходу.

Ємність колекторного переходу [7]

$$\begin{aligned}
 C_{bc} &= C_{сдиф} + C_{сбар}; \\
 C_{сдиф} &= \frac{\tau_i}{m_c \varphi_T} (I_{сдиф} - I_{bco}); \quad C_{сбар} = C_{сбар.о} [U_{кон.с} / (U_{кон.с} - U_c)]^{n_c},
 \end{aligned}$$

де $C_{сдиф}, C_{сбар}$ – дифузійна та бар'єрна ємності колекторного переходу; $C_{сбар.о}$ –
 бар'єрна ємність переходу при нульовій напрузі зміщення; τ_i – ефективний час
 життя неосновних носіїв бази при інверсному включенні біполярного
 транзистора; $U_{кон.с}$ – контактна різниця потенціалу колекторного переходу; n_c –
 коефіцієнт, який залежить від характеру колекторного p-n переходу.

Джерела струмів $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, I_8, I_9, I_{10}$ описуються виразами [8]

$$I_1 = \frac{I_{be1} - I_{bc1}}{Q_{b1}}; \quad I_4 = \frac{I_{be2} - I_{bc2}}{Q_{b2}}; \quad I_8 = \frac{I_{be3} - I_{bc3}}{Q_{b3}};$$



$$I_2 = I_{bc1} / \beta_i; \quad I_3 = I_{be1} / \beta_N; \quad I_5 = I_{bc2} / \beta_N; \quad I_6 = I_{bc2} / \beta_i;$$

$$I_7 = I_b / \beta_i; \quad I_9 = I_{bc3} / \beta_i; \quad I_{10} = I_{be3} / \beta_N,$$

де I_{bc}, I_{be} – струм база-колектор та струм база-емітер; β_i – статичний коефіцієнт передачі струму в інверсному режимі; β_N – статичний коефіцієнт передачі струму в активному режимі; $I_{едиф}$ – дифузійна складова емітерного струму; $I_{сдиф}$ – дифузійна складова колекторного струму.

Струми база-емітер I_{be} і база-колектор I_{bc} описуються виразами [8]

$$I_{be} = I_{beo} [\exp(U_{be} / (m_e \cdot \varphi_T)) - 1], \quad I_{bc} = I_{bco} [\exp(U_{bc} / (m_c \cdot \varphi_T)) - 1],$$

де I_{beo}, I_{bco} – теплові струми емітерного і колекторного переходів; U_{be}, U_{bc} – напруги на переходах база-емітер та база-колектор; m_e, m_c – коефіцієнти неідеальності транзисторів; φ_T – температурний потенціал.

Дифузійна складова емітерного та колекторного струмів описуються виразами [9]

$$I_{едиф} = I_{beo} [\exp(U_{be} / (m_e \cdot \varphi_T)) - 1]; \quad I_{сдиф} = I_{bco} [\exp(U_{bc} / (m_c \cdot \varphi_T)) - 1].$$

Опір бази визначається як сума двох складових [7]

$$R_b = R_{bo} + R_{од},$$

де R_{bo} – омичний опір матеріалу бази; $R_{од}$ – дифузійний опір.

Омичний опір матеріалу бази визначається формулою [10]

$$R_{bo} = \rho \left(\frac{1}{2W} + \frac{l}{aW_1} \right),$$

де ρ – питомий опір матеріалу бази; a, l, W, W_1 – ширина, довжина та товщина активної та пасивної частини базової області транзистора.

Дифузійний опір $R_{од}$ визначається формулою [11]

$$R_{од} = \frac{kT}{2qI_e(1 - h_{12b})}.$$

Опір емітера визначається згідно з [11]

$$R_e = \frac{kT}{qI_e}.$$

Опір колекторного переходу визначається виразом [9]

$$R_c = \frac{WU_c}{I_e d_c (1 - h_{21b})},$$

де W – ширина бази; d_c – шар об'ємного заряду колекторного переходу; h_{21b} –



коефіцієнт передачі струму.

За допомогою пакета прикладних програм Matlab 9.2 на основі розв'язку системи рівнянь Кірхгофа був визначений повний опір на електродах транзисторів VT1 та VT2. Розрахунки повного опору структури дозволяють отримати всі необхідні теоретичні залежності. На рис. 5 показано теоретичну та експериментальну залежності активної та реактивної складової повного опору від дії тиску. Аналітична залежність функції перетворення має вигляд

$$F = \frac{1}{4} \frac{Y_1 R_{ce1}(P) + \sqrt{Y_1^2 R_{ce1}^2(P) - 4 R_{ce1}^2(P) D_1 Y_2}}{\pi R_{ce1}^2(P) D_1}, \quad (1)$$

де

$$D_1 = C_{bc1}^2(P) C_{be3} + C_{bc2}^2(P) C_{bc1}(P) + C_{bc4} C_{be4} C_{bc1}(P);$$

$$Y_1 = C_{bc1}(P) C_{be3}; \quad Y_2 = C_{bc1}(P) + C_{be3}.$$

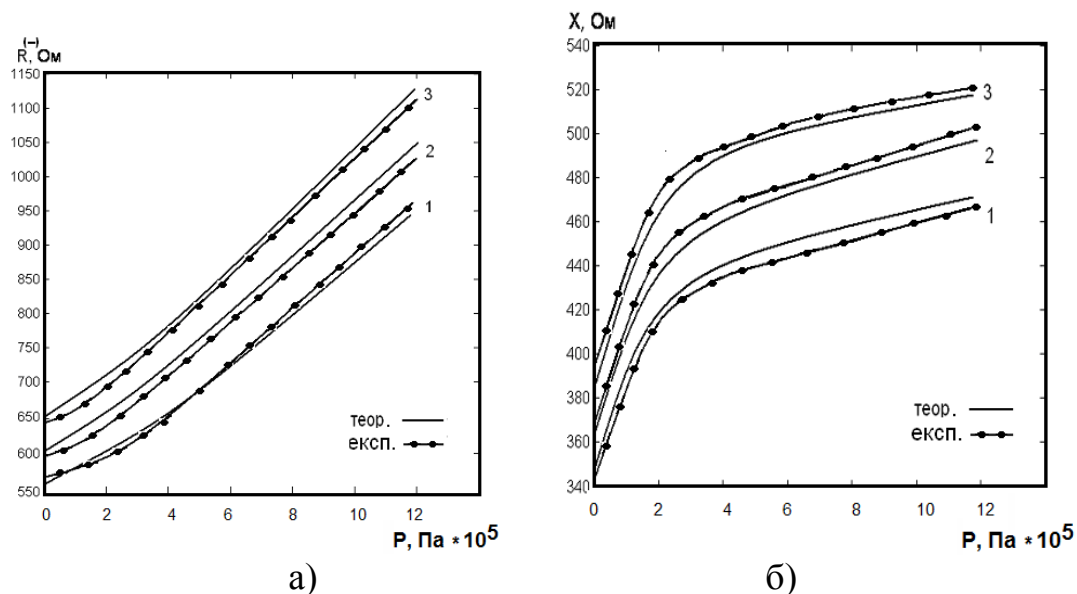


Рис. 5. Залежності активної (а) та реактивної (б) складових повного опору при напругах живлення: 1 – 4,5 В; 2 – 5,0 В; 3 – 5,5 В
 Графічна залежність функції перетворення представлена на рис. 6.

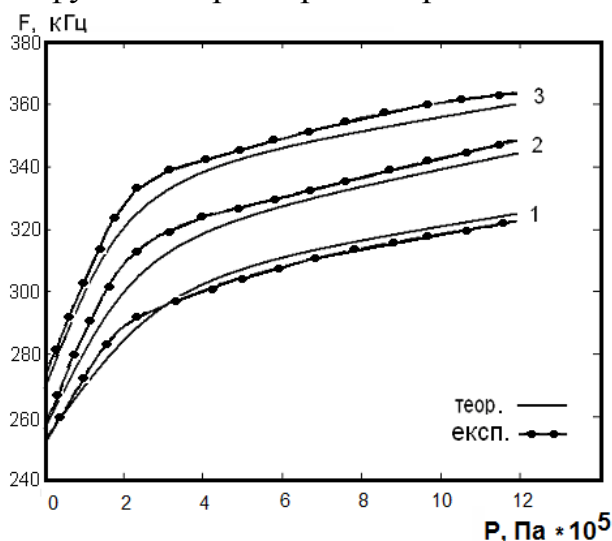


Рис. 6. Залежність частоти генерації радіовимірювального частотного параметричного перетворювача від тиску при напругах живлення: 1 – 4,5 В; 2 – 5,0 В; 3 – 5,5 В



Чутливість радіовимірювального перетворювача тиску визначається на підставі виразу (1) і описується рівнянням

$$\begin{aligned}
 S_P^F = & -0,5 \left(\left(2C_{ce1}(P)C_{be3} \left(\frac{\partial C_{ce1}(P)}{\partial P} \right) + 2C_H(P)C_{bc1} \left(\frac{\partial C_{ce1}(P)}{\partial P} \right) + \left(\frac{\partial C_{ce2}(P)}{\partial P} \right) \right) \times \right. \\
 & \times C_{be3}C_{bc1}V_2 \Big/ (V_1^2 - 4(C_{ce1}^2(P)C_{be3} + C_{ce2}^2(P)C_{bc1} + C_{ce3}C_{be3}C_{bc1})V_2)^{1/2} R_{ce4} \times \\
 & \times \pi(C_{ce1}^2(P)C_{be3} + C_{ce2}^2(P)C_{bc1} + C_{ce3}C_{be3}C_{bc1}) - \frac{1}{4}((V_1^2 - 4(C_{ce1}^2(P)C_{be3} + \\
 & + C_{ce2}^2(P)C_{bc1} + C_{ce3}C_{be3}C_{bc1})V_2)^{1/2}) \left(\frac{\partial R_{ce1}(P)}{\partial P} \right) \Big/ (R_{ce4}^2 \pi(C_{ce1}^2(P)C_{be3} + \\
 & + C_{ce2}^2(P)C_{bc1} + C_{ce3}C_{be3}C_{bc1})) - \frac{1}{4}(V_1 + (V_1^2 - 4(C_{ce1}^2(P)C_{be3} + C_{ce2}^2(P)C_{bc1} + \\
 & + C_{ce3}C_{be3}C_{bc1})V_2)^{1/2}) \left(2C_{ce1}^2(P)C_{be3} \left(\frac{\partial C_{ce1}(P)}{\partial P} \right) + 2C_{ce2}(P)C_{bc1} \left(\frac{\partial C_{ce2}(P)}{\partial P} \right) \right) \Big/ \\
 & \left. \left. + C_{be3}C_{bc1} \left(\frac{\partial C_{ce1}(P)}{\partial P} \right) \right) \right) \Big/ (\pi R_{ce1}(P)(C_{ce1}^2(P)C_{be3} + C_{ce2}^2(P)C_{bc1} + C_{ce3}C_{be3}C_{bc1})^2). \quad (2)
 \end{aligned}$$

Графік залежності чутливості представлений на рис. 7. Як видно з графіка, чутливість радіовимірювального перетворювача складає від 1,42 кГц/Па·10⁵ до 16 кГц/Па·10⁵ при зміні тиску від 0 до 12 Па·10⁵.

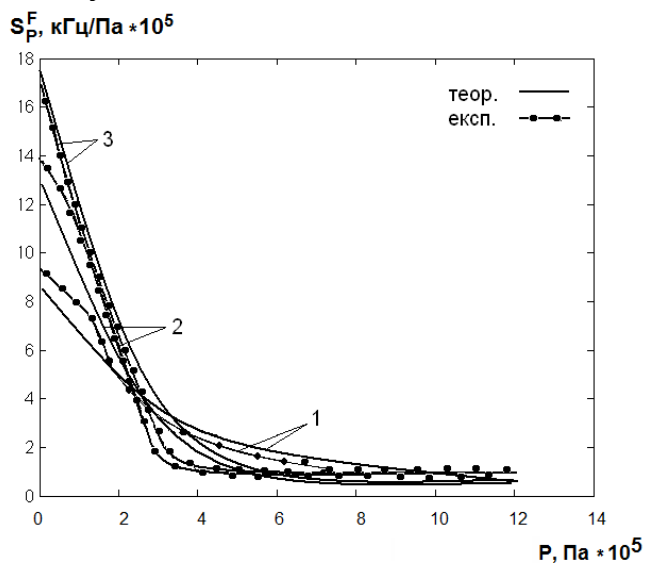


Рис. 7. Залежність чутливості від зміни тиску при напругах живлення:
1 – 4,5 В; 2 – 5,0 В; 3 – 5,5 В

3.2. Радіовимірювальний частотний параметричний перетворювач тиску на основі двоколекторного тензотранзистора

Використання тензочутливого двоколекторного біполярного транзистора як чутливого, так і підсилювального елемента дозволило значно спростити схему пристрою тиску і підвищити його чутливість. Електрична схема радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску наведена на рис. 8. Вона являє собою інтегральну схему, що складається із



двоколекторного тензочутливого транзистора і польового двозатворного транзистора, які разом з індуктивністю і джерелом постійної напруги, утворюють автогенераторний пристрій, частота генерації якого залежить від зміни тиску [12].

На електродах першого колектора тензочутливого біполярного транзистора VT1 і стоці польового двозатворного транзистора VT2 існує повний опір, активна складова якого має від'ємне значення, а реактивна – емнісний характер.

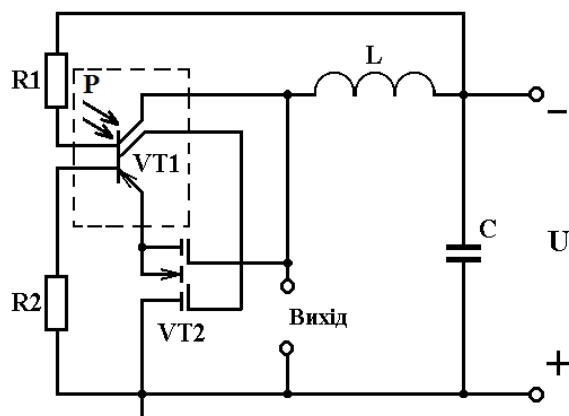


Рис. 8. Електрична схема радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску

Підключення зовнішньої індуктивності L до першого колектора тензочутливого транзистора VT1 і стоку польового транзистора VT2 через блокуючу ємність C створює коливальний контур автогенератора. Втрати енергії в коливальному контурі компенсуються від'ємним опором. Резистори $R1$ і $R2$, а також джерело постійної напруги U забезпечують режим живлення з постійного струму досліджуваної схеми. При дії тиску на транзистор VT1 відбувається зміна еквівалентної ємності коливального контуру, що викликає зміну резонансної частоти [12]. Сімейство вольт-амперних характеристик радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску на основі двоколекторного тензотранзистора в статичному режимі представлена на рис. 9, а в динамічному режимі на рис. 10.

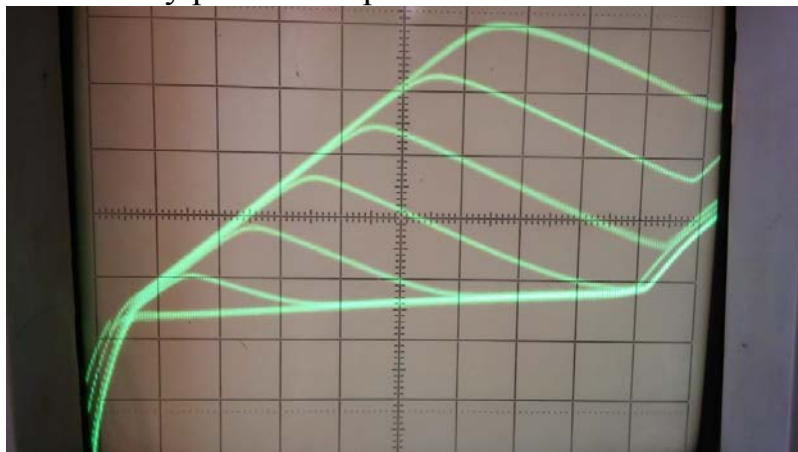


Рис. 9. Сімейство ВАХ радіовимірювального перетворювача тиску на основі двоколекторного тензотранзистора в статичному режимі

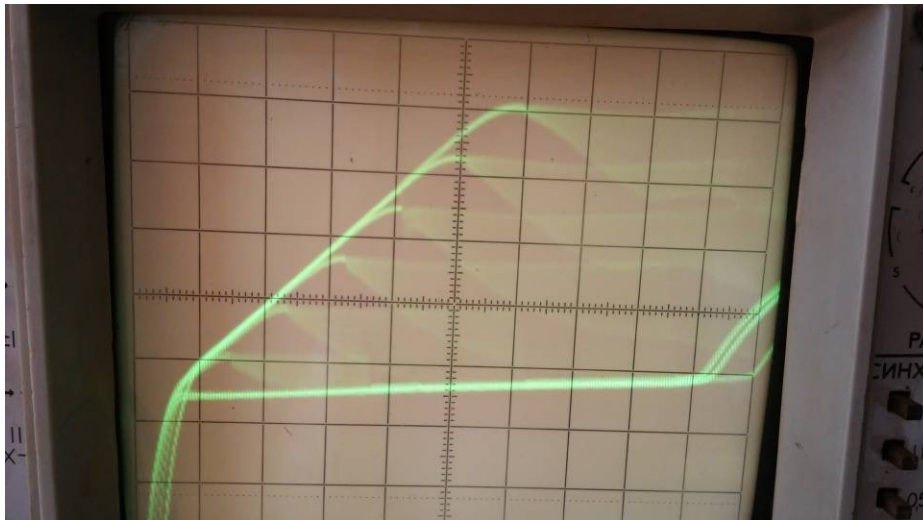


Рис. 10. Сімейство ВАХ радіовимірювального перетворювача тиску на основі двоколекторного тензотранзистора в динамічному режимі

Еквівалентна схема радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску подана на рис. 11. Вона побудована на основі малосигнальних лінійних еквівалентних схем біполярного і польового транзисторів [13].

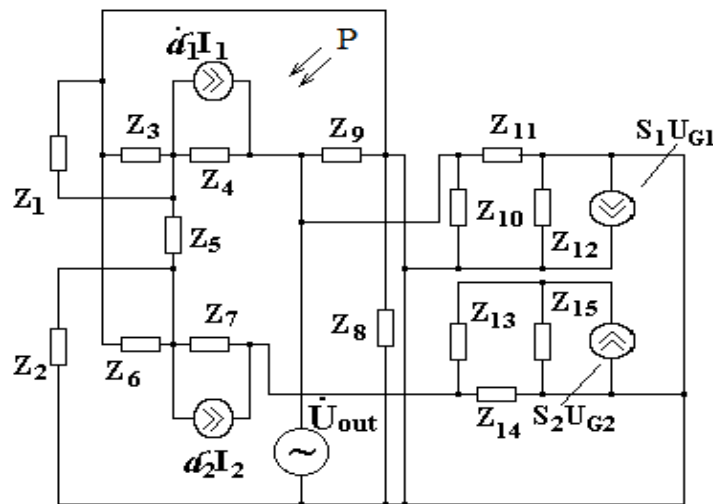


Рис. 11. Еквівалентна схема радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску

$$Z_1 = R_1, \quad Z_2 = R_2, \quad Z_3 = \frac{R_{E1}}{1 + \omega^2 R_{E1}^2 C_{E1}^2} - j \frac{R_{E1}^2 \omega C_{E1}}{1 + \omega R_{E1}^2 C_{E1}^2},$$

$$Z_4 = \frac{R_{K1}}{1 + \omega^2 R_{K1}^2 C_{K1}^2} - j \frac{R_{K1}^2 \omega C_{K1}}{1 + \omega R_{K1}^2 C_{K1}^2}, \quad Z_5 = R_B, \quad Z_6 = \frac{R_{E2}}{1 + \omega^2 R_{E2}^2 C_{E2}^2} - j \frac{R_{E2}^2 \omega C_{E2}}{1 + \omega R_{E2}^2 C_{E2}^2},$$

$$Z_7 = \frac{R_{K2}}{1 + \omega^2 R_{K2}^2 C_{K2}^2} - j \frac{R_{K2}^2 \omega C_{K2}}{1 + \omega R_{K2}^2 C_{K2}^2}, \quad Z_8 = -j / (\omega C), \quad Z_9 = j \omega L,$$

$$Z_{10} = \frac{R_{GS1}}{1 + \omega^2 R_{GS1}^2 C_{GS1}^2} - j \frac{R_{GS1}^2 \omega C_{GS1}}{1 + \omega R_{GS1}^2 C_{GS1}^2}, \quad Z_{11} = -j / (\omega C_{GD1}),$$



$$Z_{12} = \frac{R_{DS1}}{1 + \omega^2 R_{DS1}^2 C_{DS1}^2} - j \frac{R_{DS1}^2 \omega C_{DS1}}{1 + \omega R_{DS1}^2 C_{DS1}^2}, \quad Z_{13} = \frac{R_{GS2}}{1 + \omega^2 R_{GS2}^2 C_{GS2}^2} - j \frac{R_{GS2}^2 \omega C_{GS2}}{1 + \omega R_{GS2}^2 C_{GS2}^2},$$

$$Z_{14} = -j / (\omega C_{GD2}), \quad Z_{15} = \frac{R_{DS2}}{1 + \omega^2 R_{DS2}^2 C_{DS2}^2} - j \frac{R_{DS2}^2 \omega C_{DS2}}{1 + \omega R_{DS2}^2 C_{DS2}^2}. \quad (3)$$

Розглянемо залежність елементів еквівалентної схеми тензочутливого двоколекторного транзистора від дії тиску. Виходячи з аналітичних залежностей параметрів еквівалентної схеми [14, 15] визначаються їх залежність від зміни тиску. Таким чином, функція перетворення, тобто залежність резонансної частоти перетворювача від дії тиску описується виразом

$$F(P) = \frac{1}{2\pi R_g C_{ekv}(P)} \sqrt{\frac{R_g^2 C_{ekv}(P)}{L} - 1}. \quad (4)$$

Чутливість визначається на основі виразу (4) і має вигляд

$$S_P^{F_p} = -\frac{1}{2} \frac{\sqrt{\frac{R_g^2 C_{ekv}(P)}{L} - 1} \left(\frac{dC_{ekv}(P)}{dP} \right)}{\pi R_g C_{ekv}^2(P)} + \frac{1}{4} \frac{R_g \frac{dC_{ekv}(P)}{dP}}{\pi L C_{ekv}(P) \sqrt{\frac{R_g^2 C_{ekv}(P)}{L} - 1}}. \quad (5)$$

На рис. 12 подано залежність резонансної частоти від тиску. Як видно з графіка, її залежність від тиску є нелінійною, це пояснюється нелінійною залежністю еквівалентної ємності коливальної системи автогенератора від тиску.

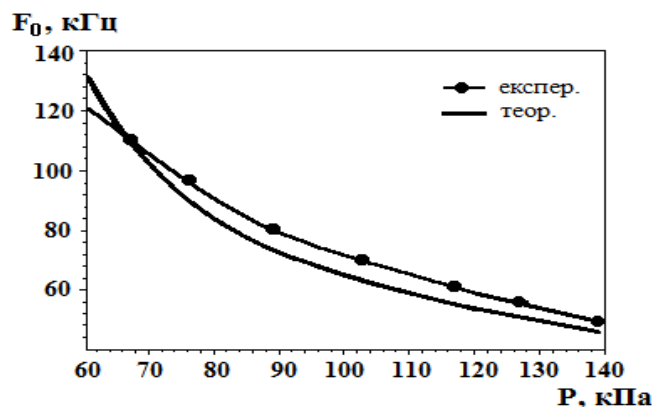


Рис. 12. Залежність резонансної частоти від тиску

На рис. 13 представлено залежність чутливості радіовимірювального частотного параметричного перетворювача від дії тиску. Аналіз графіка показує, що чутливість має максимальне значення 1,12 кГц/кПа і змінюється від 1,12 кГц/кПа до 0,65 кГц/кПа.

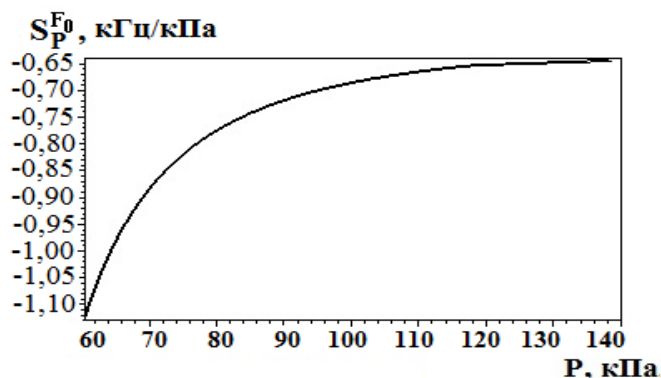


Рис. 13. Залежність чутливості сенсора від тиску

3.3. Радіовимірювальний частотний параметричний перетворювач тиску на основі двостокового МДН тензотранзистора

Транзистори зі структурою МДН широко застосовуються в мікроелектроніці завдяки своїм перевагам: мають добрі електричні характеристики, підвищену надійність, відсутність додаткової ізоляції [16]. У даний час недостатньо вивчені фізичні механізми, що протікають в транзисторній структурі з від'ємним опором. Ці питання мають актуальність для розвитку напівпровідникових радіовимірювальних параметричних перетворювачів “тиск-частота” на транзисторних структурах з від'ємним диференціальним опором.

Розроблено радіовимірювальний частотний параметричний мікроелектронний перетворювач тиску. Схема перетворювача складається з двостокового МДН тензотранзистора та двозатворного МДН транзистора. Активна складова повного опору на електродах стік-стік транзисторів VT1 і VT2 має від'ємне значення, а реактивна складова має ємнісний характер. Підключення зовнішньої індуктивності до електродів стік-стік транзисторів VT1 і VT2 дозволяє створити коливальну систему перетворювача, частота генерації якого залежить від зміни тиску (рис. 14) [17].

Сімейство вольт-амперних характеристик радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску на основі двостокового МДН тензотранзистора в статичному режимі представлено на рис. 15, а в динамічному режимі – на рис. 16.

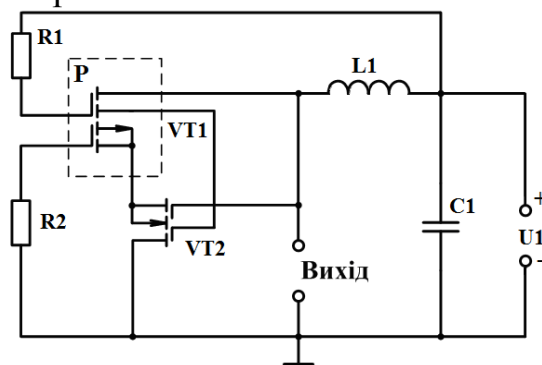


Рис. 14. Схема радіовимірювального частотного параметричного перетворювача тиску

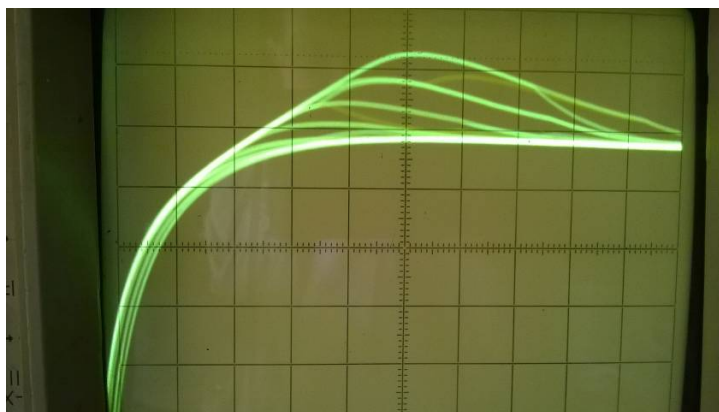


Рис. 15. Сімейство ВАХ радіовимірювального частотного перетворювача тиску на основі двостокового МДН тензотранзистора в статичному режимі

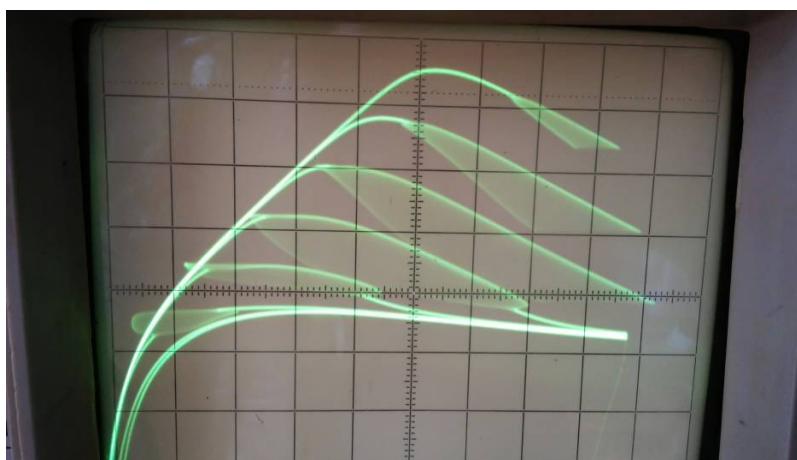


Рис. 16. Сімейство ВАХ радіовимірювального частотного перетворювача тиску на основі двостокового МДН тензотранзистора в динамічному режимі

У даному перетворювачі в якості чутливого елемента використано двостоковий тензочутливий МДН транзистор, який розміщений на кремнійовій мембрані. Двостоковий МДН тензотранзистор розташовується на згині профільованої кремнієвої мембрани, що перетворює рівномірно розподілене по поверхні мембрани навантаження в одноосьову пружну деформацію розтягнення (стиску) її центральної частини в кристалографічному напрямку $\langle 110 \rangle$. З чутливим елементом на основі двостокового тензочутливого МДН транзистора було проведено експериментальні дослідження перетворювача, що дали можливість отримати залежність частоти генерації перетворювача від зміни тиску [18].

Функція перетворення, тобто залежність частоти генерації від зміни тиску, визначається на основі нелінійної еквівалентної схеми радіовимірювального перетворювача. Спочатку визначається реактивна складова повного опору на електродах стік-стік транзисторної структури, а потім з реактивної складової визначається еквівалентна ємність, яка залежить від зміни тиску. Зміна еквівалентної ємності визначає залежність частоти генерації від тиску. Аналітичний вираз функції перетворення має вигляд



$$F_0 = \frac{\sqrt{2} \sqrt{\frac{A_1 + \sqrt{A_1^2 + 4L_1 C_{GD}(P) R_{DS}^2(P) C_{GS}^2(P)}}{L_1 C_{GD}(P) R_{DS}^2(P) C_{GS}^2(P)}}}{4\pi}, \quad (6)$$

де $A_1 = R_{DS}^2(P) C_{GD}(P) C_{GS}(P) + R_{DS}^2(P) C_{GS}^2(P) - L_1 C_{GD}(P)$,
 L_1 – зовнішня пасивна індуктивність; C_{GD} – ємність затвор-стік тензочутливого транзистора VT1; C_{GS} – ємність затвор-витік тензочутливого транзистора VT1; R_{DS} – опір витік-стік тензочутливого транзистора VT1; P – тиск.

Числові розрахунки на персональному комп'ютері дозволяють отримати функцію перетворення радіовимірювального частотного мікроелектронного перетворювача тиску у вигляді графіка (рис. 17). Функція чутливості описується рівнянням:

$$\begin{aligned} S_{F_0}^P = & -\frac{\sqrt{2}}{8} \left(R_{DS}^5(P) C_{GS}^5(P) \left(\frac{\partial C_{GD}(P)}{\partial P} \right) + R_{DS}^3(P) C_{GD}^2(P) C_{GS}(P) \left(\frac{\partial C_{GS}(P)}{\partial P} \right) \sqrt{A_2} + \right. \\ & + C_{GD}^3(P) R_{DS}^5(P) C_{GS}^2(P) \left(\frac{\partial C_{GS}(P)}{\partial P} \right) + C_{GD}^2(P) R_{DS}^5(P) C_{GS}^3(P) \left(\frac{\partial C_{GS}(P)}{\partial P} \right) + \\ & + C_{GD}(P) R_{DS}^5(P) C_{GS}^4(P) \left(\frac{\partial C_{GD}(P)}{\partial P} \right) + C_{GD}(P) R_{DS}^3(P) C_{GS}^3(P) L_1 \left(\frac{\partial C_{GD}(P)}{\partial P} \right) - \\ & - 2C_{GD}^3(P) R_{DS}^2(P) C_{GS}^2(P) L_1 \left(\frac{\partial R_{DS}(P)}{\partial P} \right) - 3C_{GD}^3(P) R_{DS}^2(P) C_{GS}(P) L_1 \left(\frac{\partial C_{GS}(P)}{\partial P} \right) + \\ & + 2C_{GD}^2(P) R_{DS}^2(P) C_{GS}^3(P) L_1 \left(\frac{\partial R_{DS}(P)}{\partial P} \right) + 2C_{GD}^2(P) R_{DS}^3(P) C_{GS}^2(P) L_1 \left(\frac{\partial C_{GS}(P)}{\partial P} \right) + \\ & + R_{DS}^3(P) C_{GS}^3(P) \sqrt{A_2} \left(\frac{\partial C_{GD}(P)}{\partial P} \right) - 2 \left(\frac{\partial R_{DS}(P)}{\partial P} \right) \sqrt{A_2} C_{GD}^2(P) C_{GS}(P) L_1 - \\ & - 2 \left(\frac{\partial C_{GS}(P)}{\partial P} \right) \times R_{DS}(P) C_{GD}^2(P) \sqrt{A_2} + 2 \left(\frac{\partial R_{DS}(P)}{\partial P} \right) \sqrt{A_2} C_{GD}^3(P) C_{GS}(P) L_1^2 + \\ & + 2 \left(\frac{\partial C_{GS}(P)}{\partial P} \right) C_{GD}^3(P) C_{DS}(P) L_1^2 \left. \right) / \left(\pi \sqrt{A_2} L_1 C_{GD}^2(P) R_{DS}^3(P) C_{GS}^3(P) \times \right. \\ & \left. \times \sqrt{\frac{-R_{DS}^2(P) C_{GS}(P) C_{GD}(P) - R_{DS}^2(P) C_{GS}^2(P) + L_1 C_{GD}(P) - \sqrt{A_2}}{L_1 C_{GD}(P) R_{DS}^2(P) C_{GS}^2(P)}} \right), \quad (7) \end{aligned}$$

де

$$\begin{aligned} A_2 = & R_{DS}^4(P) C_{GS}^2(P) C_{GD}^2(P) + 2R_{DS}^4(P) C_{GS}^3(P) C_{GD}(P) - 2R_{DS}^2(P) \times \\ & \times C_{GS}(P) C_{GD}^2(P) L_1 + R_{DS}^4(P) C_{GS}^4(P) + 2L_1 R_{DS}^2(P) C_{GS}^2(P) + L_1^2 C_{GD}^2(P). \end{aligned}$$

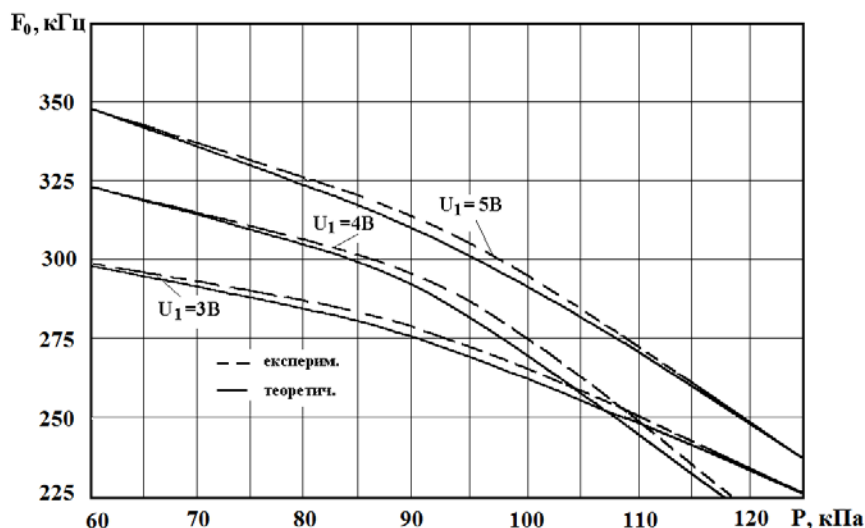


Рис.17. Теоретичні і експериментальні залежності частоти генерації від зміни тиску

Як видно з графіка, чутливість і лінійність функції перетворення зростають з підвищенням напруги живлення. Існують оптимальна величина напруги живлення, яка складає 5 В. Адекватність розробленої моделі в порівнянні з експериментом визначається у вигляді відносної похибки і не перевищує $\pm 2,5\%$. Чутливість перетворювача на частоті 300 кГц при напрузі живлення 5 В складає 2,1 кГц/кПа.

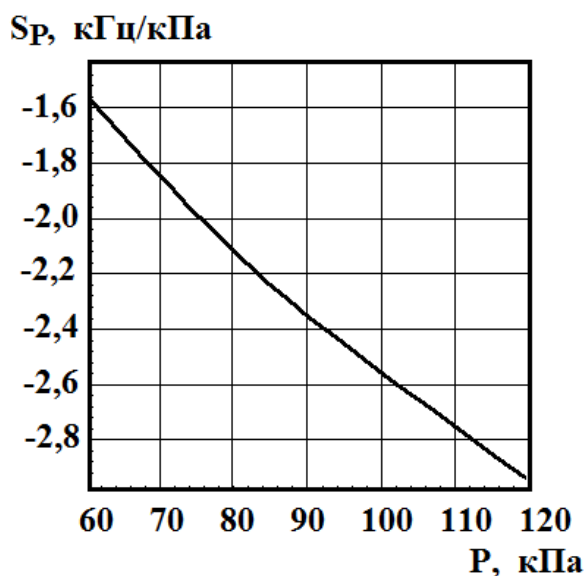


Рис. 18. Залежність чутливості від тиску

На основі експериментальних досліджень встановлено, що частота генерації змінювалась від 350 кГц до 328 кГц при зміні тиску від 60 кПа до 120 кПа. Чутливість перетворювача складає 1,6 кГц/кПа – 2,85 кГц/кПа.

Висновки

Розроблено математичні моделі радіовимірювальних частотних параметричних перетворювачів тиску на основі транзисторних структур з від'ємним диференціальним опором з чутливими біполярними транзисторами,



двоколекторними біполярними транзисторами, двохстоковими польовими транзисторами з пасивними і активними індуктивними елементами коливального контуру перетворювачів, в яких враховано вплив тиску на елементи нелінійних еквівалентних схем перетворювачів, що дало змогу визначити функцію перетворення тиску у частоту та рівняння чутливості.

Проведено експериментальні дослідження радіовимірювальних частотних параметричних перетворювачів тиску з тензочутливими двоколекторними біполярними і двохстоковими польовими транзисторами з пасивними і активними індуктивними елементами коливальних контурів перетворювачів. Чутливість радіовимірювального перетворювача тиску на основі двоколекторного біполярного тензочутливого елемента з пасивним індуктивним елементом складала $0,65 \text{ кГц/Па} \cdot 10^5 - 1,12 \text{ кГц/Па} \cdot 10^5$, а чутливість перетворювача тиску на основі двохстокового тензочутливого польового транзистора з активним індуктивним елементом змінювалась від $1,6 \text{ кГц/Па}$ до $2,85 \text{ кГц/Па}$.



Литература

Глава 1.

1. Преображенский Ю.П., Паневин Р.Ю. Формулировка и классификация задач оптимального управления производственными объектами//Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 5. С. 99-102.

2. Завьялов В.О. Применении информационных технологий//Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 71-72.

3. Гуськова Л.Б.О Построении автоматизированного рабочего места менеджера//Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 106.

4. Черников С.Ю., Корольков Р.В.Использование системного анализа при управлении организациями//Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2014. № 2 (5). С. 16.

5. Пеньков П.В.Экспертные методы улучшения систем управления//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 108-110.

6. Самойлова У.А.О Некоторых характеристиках управления предприятием//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 176-179.

7. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П.Построение объектно-семантической модели системы управления//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 029-030.

8. Исакова М.В., Горбенко О.Н.Об особенностях систем управления персоналом//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 168-171.

9. Ряжских А.М., Преображенский Ю.П.Построение стохастических моделей оптимизации бизнес-процессов//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 079-081.

10. Максимов И.Б.Принципы формирования автоматизированных рабочих мест//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 130-135.

11. Максимов И.Б.Классификация автоматизированных рабочих мест//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 127-129.

Глава 2.

1. Федорів М. Й., Николин У. М, Поточний А. І. Математична модель функціонування системи електропостачання електробура. Журнал "Вісник Вінницького політехнічного інституту". № 5 за 2013 рік. м. Вінниця - с. 55-60.

2. Solomchak O. V. Reactive power of displacement and distortion. Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 3. Том 10. – Иваново: МАРКОВА АД, 2013. – ЦИТ: 313-0532 – с. 44-49.

3. Федорів М.Й., Поточний А.І., Мойсюк Ю.Я. Розробка математичної моделі функціонування електрообладнання системи електропостачання



електробура під час буріння. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Секція «Електротехніка і енергетика». Всеукраїнський науковий збірник №1(14). м. Донецьк, 2013. – с. 278-282.

4. Костишин В.С., Курляк П.О. Моделювання режимів роботи електроприводних магістральних насосних агрегатів із застосуванням автоматизованої системи плавного пуску. Наукові праці Донецького національного технічного університету № 1 (14), 2013р. - с. - .

5. Галушак І.Д., Катеринюк В.В. Оптимізація режимів роботи на трансформаторних підстанціях нафтових і газових промислів. Збірник наукових праць I Міжнародної науково-технічної конференції викладачів, аспірантів і студентів „Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об’єктів” м. Донецьк: «ДВНЗ» ДонНТУ, 2013. – с. 158-159.

6. Поточний А.І. Аналіз ефективності функціонування електротехнічного комплексу для електробуріння. Міжнародна науково-технічна конференція «Нафтогазова енергетика - 2013» 7-11 жовтня 2013 р. ІФНТУНГ. м. Івано-Франківськ, Факел, 2013. – с. 176-178.

7. Федорів М.Й., Поточний А.І. Оцінка експлуатаційної надійності елементів системи електропостачання електротехнічного комплексу для електробуріння. II Міжнародна науково-технічна конференція «Оптимальне керування електроустановками (ОКЕУ 2013)» ВНТУ, м. Вінниця. – 2013. – с.105.

Глава 3.

1. Джексон Р. Г. Новейшие датчики. – Москва: Техносфера, 2007. – 384 с.

2. Schaumburg H. Sensoren. – Stuttgart.: Teubner, 1992. – 517 с.

3. Готра З. Ю. Мікроелектронні сенсори фізичних величин. В 3 томах. – Львів: Ліга-Прес, 2003. Т.2. – 367 с.

4. Шарапов В. М., Полищук Е. С. Датчики: Справочное пособие. – Москва: Техносфера, 2012. – 624 с.

5. Osadchuk A.V., Osadchuk V.S., Osadchuk I.A. The Generator of Superhigh Frequencies on the Basis Silicon Germanium Heterojunction Bipolar Transistors // Proceedings of the XIIIth International Conference TCSET’2016. " Modern problems of radio engineering, telecommunications, and computer science". Lviv-Slavsko, Ukraine, February 23 – 26, 2016. – P.336-338.

6. Осадчук В. С., Осадчук О. В. Реактивні властивості транзисторів і транзисторних схем. – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 1999. – 275 с.

7. Разевиг В.Д. Применение программ P-CAD и Pspice для схемотехнического моделирования на ПЭВМ. Выпуск 2. Модели компонент аналоговых устройств / В.Д. Разевиг. – М.: Радио и связь, 1992. – 64 с.

8. User’s Guide includes PSpice A/D, PSpice A/D Basics, and PSpice. Cadence Design Systems, Inc. All rights reserved, 2016. – 898 p.

9. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. –Москва: Мир,1984. Т. 2. – 486 с.

10. Тугов Н.М., Глебов Б.А., Чарыков Н.А. Полупроводниковые приборы. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. –576 с.



11. Чахмахсазян Е. А., Мозговой Г. П., Силин В. Д. Математическое моделирование биполярных элементов электронных схем. – Москва: Радио и связь, 1985. –142 с.

12. Осадчук О. В. Мікроелектронні частотні перетворювачі на основі транзисторних структур з від'ємним опором. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – ВІННИЦЯ, 2000. – 303 с.

13. Осадчук В.С., Осадчук О.В., Осадчук Я.О. Радіовимірювальний сенсор тиску з частотним виходом на основі двоколекторного тензотранзистора // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – №3(120). – С. 135–141.

14. Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. – Москва: Радио и связь, 1990. –264 с.

15. Осадчук О.В., Осадчук Я.О. Частотний перетворювач тиску на основі двоколекторного тензотранзистора // Збірник наукових праць III Всеукраїнської НПК "Інтелектуальні технології в системному програмуванні 2014", м. Хмельницький, 23-25 квітня 2014 р. – С. 176-182.

16. Пат. №87762 України, МПК Н01R 19/00. Мікроелектронний сенсор тиску / Осадчук В.С., Осадчук О.В., Осадчук Я.О. // Заявка на винахід №u201214140 від 11.12.12 Пр.26.03.13. Опубл.25.02.14 Бюл. 4.

17. Пат. №87763 України, МПК Н01R 19/00. Мікроелектронний вимірювач тиску / Осадчук В.С., Осадчук О.В., Осадчук Я.О. // Заявка на винахід №u201214141 від 11.12.12 Пр. 26.03.13. Опубл.25.02.14 Бюл. 4.

18. Осадчук В.С., Осадчук О.В., Осадчук Я.О. Радіовимірювальний мікроелектронний перетворювач тиску на основі двостокового МДН тензотранзистора // Матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах", ВОТТП-2014, 6-12 червня. – С. 165-167.

Глава 4.

1.Милошенко О.В.Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 60-62.

2.Кульнева Е.Ю., Гащенко И.А.О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств//Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 50.

3.Мишин Я.А.О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 153-156.

4.Головинов С.О., Хромых А.А.Проблемы управления системами мобильной связи//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 13-14.

5.Ерасов С.В.Оптимизационные процессы в электродинамических задачах//Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 20-26.

6.Преображенский Ю.П.Применение методов интерполяции при обработке сигналов в современных информационных системах//В сборнике: