

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до самостійної роботи

з дисципліни «Спеціальні методи підвищення зносостійкості  
деталей машин» для студентів освітньої програми «Відновлення та  
підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Спеціальні методи підвищення зносостійкості деталей машин» для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: М.І. Андрущенко, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 14 с.

Укладачі: М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент;

О.Є. Капустян, старш. викл.

Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 4 від 25.10.2018

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 3 від 13.11.2018

**ЗМІСТ**

|  |    |
|--|----|
| 1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ .....  | 4  |
| 2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО<br>ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ ..... | 5  |
| 3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ .....  | 6  |
| 4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ .....  | 7  |
| 5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....  | 10 |
| 5.1 Основна.....   | 10 |
| 5.2 Додаткова.....   | 10 |

## 1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Мета викладання дисципліни - є дати студентам знання про спеціальні методи підвищення зносостійкості деталей машин, матеріали для інженерії поверхні, та особливості їхнього поводження при роботі в різних умовах зношування; комбіновані способи наплавлення з наступною цементацією; формування структури і властивостей в залежності від хімічного складу і способів термічної обробки сплавів та інше.

Студент після вивчення даної дисципліни повинен уміти:

- знати вплив структури й основних механічних і фізичних властивостей матеріалів на експлуатаційні характеристики деталей, з яких вони виготовлені, залежно від параметрів зношування;

- володіти методами дослідження структури матеріалів і визначення їхніх властивостей;

- уміти, грамотно й обґрунтовано призначити матеріал деталей виходячи, як з умов їхньої роботи, так і з урахуванням технологічності процесів виготовлення і зміцнення та можливості наступного відновлення, призначити методи вхідного й вихідного контролю матеріалів, передбачати можливі причини дефектів структури й відхилення рівня властивостей від оптимального й призначити способи їхнього усунення.

Зміст курсу побудований з урахуванням знань, які студенти одержали при вивченні основних розділів попередніх загальнотехнічних дисциплін і ряду спеціальних дисциплін, які вивчаються на кафедрі ОТЗВ: «Основи теорії наплавлення», «Наплавлення і напилення», «Технологія й устаткування зварювання плавленням», «Матеріали для напилення, наплавлення», «Зносостійкі, фрикційні й антифрикційні матеріали».

## 2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

### Вступ.

Предмет і зміст курсу та його роль у формуванні інженера-зварника. Класифікація зносостійких матеріалів.

**Тема 1** Сучасні методи легування наплавного металу, зв'язок між умовами роботи деталей машин і вимогами щодо точності легування наплавленого металу.

Вибір типу металу і структури в залежності від характеру зношування робочих поверхонь конструкцій. Вплив складу і структурного стану металу на його працездатність. Сплави, здатні до самозміцнення в процесі взаємодії із середовищем, яке зношує.

Способи прогнозування і управління структурою металу.

**Тема 2** Матеріали для механізованого дугового і плазмового наплавлення і металізації. Наплавлення холоднокатаними та керамічними стрічками, вибір і обґрунтування режимів процесів відновлення.

**Тема 3** Комбіновані способи наплавлення з наступною хіміко-термічною обробкою.

**Тема 4** Формування структури і властивостей в залежності від хімічного складу і способів термічної обробки сплавів.

**Тема 5** Принципи створення та обробки матеріалів здатних до самозміцнення в процесі зношування.

Теми лекцій і їх зміст наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

| Назви змістових<br>модулів і тем | Кількість годин |              |   |           |     |           |              |              |   |          |     |           |
|----------------------------------|-----------------|--------------|---|-----------|-----|-----------|--------------|--------------|---|----------|-----|-----------|
|                                  | денна форма     |              |   |           |     |           | Заочна форма |              |   |          |     |           |
|                                  | усьо<br>го      | у тому числі |   |           |     |           | усьо<br>го   | у тому числі |   |          |     |           |
|                                  |                 | л            | п | лаб       | інд | с.р.      |              | л            | п | лаб      | інд | с.р.      |
| <b>Модуль 1</b>                  |                 |              |   |           |     |           |              |              |   |          |     |           |
| <b>Змістовий модуль 1</b>        |                 |              |   |           |     |           |              |              |   |          |     |           |
| <b>Вступ.</b>                    | 28              | 4            |   | 4         |     | 20        | 31           | 1            |   | 2        |     | 28        |
| Тема 1.                          | 29              | 5            |   | 4         |     | 20        | 31           | 1            |   | 2        |     | 28        |
| Тема 2.                          | 29              | 5            |   | 4         |     | 20        | 29           | 1            |   |          |     | 28        |
| <b>Разом за змістовим</b>        | <b>86</b>       | <b>14</b>    |   | <b>12</b> |     | <b>60</b> | <b>91</b>    | <b>3</b>     |   | <b>4</b> |     | <b>84</b> |

|                              |     |    |    |  |     |     |   |  |   |  |  |     |
|------------------------------|-----|----|----|--|-----|-----|---|--|---|--|--|-----|
| модулем 1                    |     |    |    |  |     |     |   |  |   |  |  |     |
| <b>Змістовий модуль 2</b>    |     |    |    |  |     |     |   |  |   |  |  |     |
| Тема 3.                      | 28  | 4  | 4  |  | 20  | 31  | 1 |  | 2 |  |  | 28  |
| Тема 4.                      | 29  | 5  | 4  |  | 20  | 29  | 1 |  |   |  |  | 28  |
| Тема 5.                      | 33  | 5  | 8  |  | 20  | 29  | 1 |  |   |  |  | 28  |
| Разом за змістовим модулем 2 | 90  | 14 | 16 |  | 60  | 89  | 3 |  | 2 |  |  | 84  |
| Усього годин                 | 176 | 28 | 28 |  | 120 | 180 | 6 |  | 6 |  |  | 168 |

### 3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

При вивченні дисципліни студенти повинні надбати практичні навички.

Надбання практичних навичок відбувається при проведенні практичних занять і лабораторних робіт (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Перелік лабораторних робіт

| № | Назва лабораторних робіт   | Кількість годин | Графік виконання, тиждень |
|---|--|-----------------|---------------------------|
| 1 | Дослідження структури, твердості та зносостійкості цементованого шару сталей типу X13 в залежності від параметрів процесу цементації   | 4               | 1                         |
| 2 | Дослідження матеріалів та технології підвищення зносостійкості деталей машин комбінованим способом – наплавленням з наступним насиченням вуглецем  | 4               | 3                         |
| 3 | Дослідження методів підвищення зносостійкості деталей шляхом пластичного деформування поверхні та твердого точіння   | 4               | 5                         |
| 4 | Дослідження методів та технології управління структурою шляхом пошуку хімічного складу наплавленого металу, критична швидкість охолодження, якого б забезпечувала формування в умовах не | 4               | 7                         |

|   |  |   |    |
|---|--|---|----|
|   | керованого термічного циклу наплавлення необхідної метастабільної структури і високу здатність до самозміцнення поверхні тертя в умовах абразивного зношування |   |    |
| 5 | Аналіз та засвоєння методики управління структурою наплавленого металу   | 4 | 9  |
| 6 | Проведення порівняльного аналізу способів борування металів та дослідження структури і властивостей борованого шару  | 4 | 11 |
| 7 | Прогнозування механізму і інтенсивності зношування на основі оцінки співвідношення твердості абразиву і матеріалу, що зношується                               | 4 | 13 |

#### 4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Виконання контрольного завдання має на меті забезпечити ритмічність самостійної роботи студентів заочної форми навчання.

На всі питання слід давати чіткі, вичерпні відповіді згідно з програмою курсу; при необхідності ілюструвати відповіді рисунками, схемами, діаграмами і т.п. Перед кожним питанням повинен стояти його номер, а сам текст питання повністю переписаний.

В процесі вивчення даного предмету можна користуватися не тільки рекомендованою літературою. Можна аналізувати інформацію, подану в Інтернеті, сучасних періодичних технічних виданнях тощо.

Контрольне завдання підписує студент.

Заміна питань або варіантів контрольного завдання без дозволу викладача неприпустима.

1. Типи металевої матриці в зносостійких матеріалах на основі заліза. Види й механізми зміцнення поверхні тертя в процесі зношування.

2. Перетворення нестабільного аустеніту в мартенсит деформації. Умови утворення залишкового аустеніту. Прогнозування ступеня його стабільності.

3. Вплив хімічного складу метастабільного аустеніту та способів керування структурою на ступінь зміцнення та зносостійкість сталей.

4. Загальні вимоги та принципи вибору матеріалів на основі заліза в якості зносостійких та їх структурного стану для роботи в умовах абразивного зношування.

5. Загальні вимоги та принципи вибору матеріалів на основі заліза в якості зносостійких та їх структурного стану для роботи в умовах ударно - абразивного зношування.

6. Загальні вимоги та принципи вибору матеріалів на основі заліза в якості зносостійких та їх структурного стану для роботи в умовах кавітаційного зношування.

7. Вимоги до матеріалів, які працюють при підвищених температурах. Принципи вибору.

8. Швидкорізальні сталі звичайної та підвищеної продуктивності. Принципи легування. Холодна і гаряча твердість. Методи оцінки. Механізми зношування. Зносостійкість. Принципи вибору сталей та структури в залежності від умов зношування.

9. Низько- та високолеговані сталі, що мартенсито старіють. Переваги та недоліки. Механізми зміцнення. Термообробка, властивості при низьких температурах.

10. Аустенітні сталі, що дисперсійно твердіють, з карбідним, нітридним, інтерметалідним і змішаним зміцненням. Принципи легування. Попередня деформація, режими старіння.

11. Електроодні стрічки: холоднокатані, порошкові і керамічні. Переваги та недоліки цих матеріалів, галузі їх використання.

12. Низько- і високолеговані сталі, що цементуються. Переваги та недоліки. Передумови використання. Механізми та особливості формування цементованого шару. Структура та властивості. Способи керування структурним станом.

13. Способи та матеріали для широкошарового наплавлення напилення і металізації.

14. Принципи створення та обробки матеріалів здатних до самозміцнення в процесі зношування.

15. Управління структурою наплавленого металу технологічними методами.



16. Переваги високохромистих цементованих сталей порівняно з інструментальними ледебуритними сталями типу X12 та низьколегованими сталями призначеними для цементациї.

17. Причини недостатньої здатності високохромистих сталей до насичення вуглецем.

18. Схильність високохромистих сталей до нерівномірності цементованого шару.

19. Способи підвищення здатності високохромистих сталей до цементациї.

20. Механізм впливу температури цементациї на глибину цементованого шару високохромистих сталей.

21. Зміна морфології карбідної фази в цементованому шарі з підвищенням температури цементациї.

22. Визначення кількості хрому та вуглецю в аустеніті цементованого шару залежно від температури гартування, користуючись ізотермічними розрізами діаграми Fe-C-Cr.

23. Морфологічні відмінності структури цементованого шару з великою кількістю карбідів порівняно зі структурою чавуна такого ж хімічного складу.

24. Схематично відтворіть характер зміни твердості по глибині цементованого шару після гартування на переважно аустенітну матрицю безпосередньо на поверхні деталі (твердість 50 HRC).

25. Яку кількість вуглецю в твердому розчині основи цементованого шару слід вважати оптимальною, якщо цементована та загартована деталь призначена для роботи в умовах абразивного зношування при високому тиску?

26. Як впливає кірка суцільних карбідів на характер зношування цементованого шару?

27. Схематично покажіть, як змінюється кількість та тип карбідів за глибиною цементованого шару, виходячи із його структури, даних про кількість в ньому вуглецю та користуючись ізотермічними розрізами діаграми Fe-C-Cr.

28. Приведіть приклади раціонального використання цементованих високохромистих сталей.

## 5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### 5.1 Основна

1. Белкин, П. Н. Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов [Текст] / П. Н. Белкин.- М.: Мир, 2005. - 336 с. - ISBN 5-03-003713-6.
2. Бельский Е. И., Понкратин Е. И., Ситкевич М. В., Стефанович В. А. Химико-термическая обработка инструментальных материалов. — Минск: Наука и техника, 1986. — 247 с.
3. Борисенко Г. В., Васильев Л. А., Ворошнин Л. Г. и др. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник. — М.: Металлургия, 1981. — 424 с.
4. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин / В.С. Попов, Н. Н. Брыков, С. Н. Попов. и др. – Запорожье.: Изд-во ОАО «Мотор Сич», 2000. – 394 с.
5. Кришталл М.А. Механизм диффузии в железных сплавах. - М.: Металлургия, 1972. – 400 с.

### 5.2 Додаткова

1. Алиев А. А. Борирование из паст на основе карбида бора // Металловедение и термическая обработка металлов, № 10. - 1978.
2. Алиев А.Г. Планирование и статистическая обработка эксперимента. Учебное пособие. - 2-е изд., перераб. - Воронеж: ВПИ, 1980. - 80 с.
3. Ворошнин Л. Г. Борирование промышленных сталей и чугунов. — Минск: Беларусь, 1981. — 205 с.
4. Ворошнин Л. Г., Алиев А. А. Борирование из паст. — Астрахань: АГТУ, 2006. — 287 с. — ISBN 5-89154-170-X.
5. Ворошнин Л. Г., Лабунец В. Ф., Киндрачук М. В. Износостойкие боридные покрытия. — К.: Техника, 1989. — 158 с. — ISBN 5-335-00329-4.
6. Гудремон Э. Специальные стали. - М.: Металлургия, 1966. – Т. – 736 с.
7. Гуляев А.П. Металловедение / А.П. Гуляев – М.:

Металлургия, 1978. – 645 с.

8. Добровольский А.Г., Кошеленко П.И. Абразивная износостойкость материалов: Справочное пособие. - К.: Техніка, 1989. - 128 с.

9. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение. — М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.

10. Лахтин Ю.М. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / Под ред., Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980. - 783с.

11. Либенсон Г. А. Основы порошковой металлургии – М.: Металлургия, 1987. – 207 с.

12. Минкевич А.Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1965. – 492 с.

13. Миронов В. А. Современное состояние и перспективы развития порошковой металлургии. – Рига, 1985. – 33 с.

14. Могутнов Б.М., Томилин И.А., Шварцман Л.А. Термодинамика железоуглеродистых сплавов. – М.: Металлургия, 1972. – 207 с.

15. Наплавочные материалы стран-членов СЭВ. Каталог. Под ред. И. И. Фрумина, В. Б. Еремеева - К.-М.: Международный центр научно-технической информации, 1979. – 619 с.

16. Переверзьев В.М. Диффузионная карбидизация стали / В.М. Переверзьев. – Воронеж: Издательство воронежского университета, 1977. – 91с.

17. Поверхностная прочность материалов при трении / Костецкий Б.И., Носовский И.Г., Караулов А.К. и др. - К.: Техника, 1976. - 292 с.

18. Попов А.А. Изотермические и термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита / А.А. Попов, Л.Е. Попова – М.: Металлургия, 1965. – 495 с.

19. Попов А.А. Теоретические основы химико-термической обработки стали. – М.: Металлургия, 1962. – 120 с.

20. Смелянский В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием / В. М. Смелянский. – М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.

21. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.

22. Степанова, Т.Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие / Т.Ю. Степанова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.-Иваново, 2009.- 64с.- ISBN – 5-9616-0315-4.
23. Тененбаум М.М. Износостойкость конструкционных материалов и деталей машин. - М.: Машиностроение, 1966.-331 с.
24. Тененбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию. - М.: Машиностроение, 1976. - 271 с.
25. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / Под ред. Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980 - 783с.
26. Тылкин М.А. Справочник термиста ремонтной службы. – М.: Металлургия, 1981. – 648 с.
27. Филиппов М.А. Стали с метастабильным аустенитом / М.А. Филиппов, В.С. Литвинов, Ю.Р. Немировский – М.: Металлургия, 1988. – 256 с.
28. Хасуи А. Наплавка и напыление / А. Хасуи, О. Моригаки. – Пер. с яп., В. Н. Попова; Под ред. В. С. Степина, Н. Г. Шестеркина. — М.: Машиностроение, 1985. — 240 с.
29. Хрущев М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. - М.: Наука, 1970. - 272 с.
30. Хрущев М.М., Бабичев М.А. Исследование изнашивания металлов. - М.: Изд-во АН СССР, 1960.-351 с.
31. Чернов Я.Б., Анфиногенов А.И., Шуров Н.И. Борирование сталей в ионных расплавах - Екатеринбург: УрО РАН, 2001. — 223 с. — ISBN 5-7691-1129-1.
32. Андрущенко М.И., Рузов О.Э. Куликовский Р.А., Брыков Н.Н. Влияние углерода и хрома на способность к упрочнению и износостойкость бескарбидных сталей в условиях абразивного изнашивания // Проблемы трибологии, - 2003. - № 2. - С. 112-116.
33. Андрущенко М.И. Способность к самоупрочнению поверхности трения в процессе абразивного изнашивания и износостойкость сталей в зависимости от содержания углерода и хрома / М.И. Андрущенко, Р.А. Куликовский, М.Ю. Осипов, А.В. Холод, А.Е. Капустян // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2014. – №1. – С. 92-100.
34. Андрущенко М.И. Сравнительный анализ способности к упрочнению и износостойкость в условиях абразивного изнашивания

сталей системи Fe-C-Cr в залежності від способів управління структурним станом / М.И. Андрущенко, Р.А. Куликовський, М.М. Брыков // *Металл и литье Украины*. – 2006. - №6. – С. 42-46.

35. Брыков Н.Н., Пугачев Г.А., Брыков М.Н. Влияние условий изнашивания на степень упрочнения и износостойкость метастабильных аустенитных сплавов / *Проблемы трибологии*. - 2003. - № 3-4. - С. 158-173.

36. Брыков, М.Н. К вопросу о закономерностях сопротивляемости сталей и сплавов абразивному изнашиванию /М.Н. Брыков, Н.Н. Брыков. // *Problems of Tribology*. – 1997. – №4. – С. 13 – 20.

37. Влияние хрома на глубину и свойства низкоуглеродистой стали / Ляхович Л.С и др. // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 1977 - №2. - С. 53-55.

38. Зварювальні матеріали для зварювання сталей і чавуну (електроди, флюси, дріт). Довідник під ред. В.Н. Горпенюка. - К: Наукова думка, 1994. - 622 с.

39. Исследование и разработка технологии изготовления деталей пресс-форм из сталей типа X13 // В.С. Попов, Н.Н Брыков, М.И. Андрущенко и др. // *Огнеупоры* – 1983. - № 7. – С. 36-39.

40. Колесов В.Г. О повышении долговечности деталей, изнашивающихся при трении о грунт / В.Г Колесов // *Вестник машиностроения*. - № 9. – 1961. - С.20-27.

41. Конева Н.А. Физика прочности металлов и сплавов/ Н.А. Конева // *Соросовский образовательный журнал* – 1997. - №7 – С. 95-102.

42. Коршунов Л.Г. Влияние марганца на износостойкость марганцовистых метастабильных аустенитных сталей / Л.Г. Коршунов, Н.Л. Черненко // *Трение и износ*. – 1984. – Т.V, №1. – С. 106-112.

43. Коршунов Л.Г. Структурные превращения при трении и износостойкость аустенитных сталей / Л.Г. Коршунов // *ФММ*. – 1992. – №8. – С. 3-21.

44. Костик К. О. Інноваційний метод підвищення довговічності деталей машин хіміко-термічною обробкою / К. О. Костик // *Технологический аудит и резервы производства*. - 2014. - № 1(3). - С. 20-21.

45. Костик, К. О. Зміцнення прес-форм лиття під тиском по

нанотехнології [Текст] / К. О. Костик // Машинобудування. - 2013. - № 12. - С. 113-118.

46. Куликовский Р. А. Особенности разработки и применения материалов с метастабильным аустенитом для наплавки штампов пресс-форм / Р. А. Куликовский, М. И. Андрущенко // Современные проблемы сварки, наплавки и материаловедения: республик. науч.-методич. конф.: тезисы докл. – Мариуполь: ПГТУ, 2005. – С. 196-198.

47. Куликовский Р.А. Разработка износостойких бескарбидных наплавочных материалов для эксплуатации в условиях абразивного изнашивания: Дисс. ЗНТУ, 2007. – 166 с

48. Лыгденев Б.Д., Бутуханов В.А., Мэй Шунчи, Цыреторов Б.Ш. Упрочнение поверхности штамповой оснастки из доэвтектоидных сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 4. – С. 76-79.

49. Ляхович Л.С., Ворошнин Л.Г., Ростовцев А.Н. Влияние хрома на глубину и свойства цементированного слоя низкоуглеродистой стали // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1975. - №8. - С. 9-12.

50. Материалы на основе карбидов: Сборник научных трудов – Киев: ИПМ АН УССР, 1987. – 180 с.

51. Мовчан В.И. Структура низкоуглеродистых быстрорежущих сталей после цементации / В.И. Мовчан, Л.А. Воронкина, Л.Г. Педан. // Металловедение и термическая обработка металлов – 1987. – № 3 - С. 36-38.

52. Науглероживание высокохромистых сталей с целью повышения их износостойкости в абразивной среде / Слободинский И.Н., Говоров А.А., Софрошенков А.Ф., Тимонина Л.Г. // Известия ВУЗов. Черная металлургия. – 1976. - №2. – С. 123-126.

53. Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник / Л. Г. Одинцов. – М. : Машиностроение, 1987. – 328 с.

54. Переверзев В.М. Влияние карбидов на стойкость цементованных сталей к изнашиванию в кварцевом абразиве/ В.М., Переверзев В.И. Колмыков, В.А. Воротников. // Металловедение и термическая обработка металлов – 1990. –№4 - С. 45-47.