

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Математический факультет  
Кафедра математического анализа



Издательство Алтайского  
государственного университета  
Барнаул, 2013

**УДК 517.5**  
**ББК 22.162**

Первое издание рекомендовано к изданию Пленумом научно-методического совета по математике и механике.

УМО университетов России.

Сажеников А.Н., Саженикова Т.В., Славский В.В., Дронов В.С.  
Функциональный анализ. Практикум.

Под общей редакцией А.Н.Саженикова: Учебное пособие. Издание второе, исправленное и доработанное. Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 2013.

Учебное пособие создано на основе многолетнего опыта преподавания авторами курса функционального анализа на математическом факультете АлтГУ. Объем изложенного материала соответствует годовому курсу. Второе издание снабжено примерами решений типовых задач.

Рецензент первого издания:  
профессор Л.Я. Савельев  
Новосибирский государственный университет

Составление: Сажеников А.Н., Саженикова Т.В.,  
Дронов В.С., Славский В.В. 2013.

Оформление: Дронов В.С. 2013.

©

# Оглавление

<b>Первый семестр</b>	<b>7</b>
<b>1 Нормированные пространства</b>	<b>7</b>
§1. Метрические пространства . . . . .	7
§2. Полнота метрического пространства. . . . .	10
§3. Плотность множеств . . . . .	12
§4. Компактные множества . . . . .	14
§5. Банахово пространство . . . . .	16
Вопросы для самопроверки к главе 1 . . . . .	19
<b>2 Линейные операторы</b>	<b>20</b>
§6. Норма линейного оператора . . . . .	20
§7. Замкнутые операторы . . . . .	25
§8. Обратные операторы. Спектр оператора . . . . .	27
Вопросы для самопроверки к главе 2 . . . . .	29
<b>3 Сопряженное пространство</b>	<b>30</b>
§9. Непрерывные линейные функционалы . . . . .	30
§10. Теорема Хана-Банаха . . . . .	33
§11. Слабая сходимость. Рефлексивность . . . . .	36
Вопросы для самопроверки к главе 3 . . . . .	38
<b>Второй семестр</b>	<b>38</b>

---

<b>4 Гильбертово пространство</b>	<b>39</b>
§12. Ортогональность . . . . .	39
§13. Ортогональное дополнение . . . . .	43
§14. Линейные функционалы . . . . .	46
§15. Сопряженный оператор . . . . .	47
Вопросы для самопроверки к главе 4 . . . . .	49
<b>5 Компактные множества и операторы</b>	<b>51</b>
§16. Компактные множества . . . . .	51
§17. Компактные операторы . . . . .	54
§18. Компактные операторы . . . . .	56
Вопросы для самопроверки к главе 5 . . . . .	58
<b>6 Функциональные уравнения</b>	<b>60</b>
§19. Линейные интегральные уравнения . . . . .	60
§20. Интегральные самосопряженные уравнения . . . . .	64
§21. Сжимающие отображения . . . . .	67
§22. Принцип Шаудера . . . . .	68
<b>А Дополнительные задачи</b>	<b>71</b>
Раздел 1 . . . . .	71
Раздел 2 . . . . .	74
<b>В Фурье и вейвлет преобразование</b>	<b>90</b>
<b>Библиографический список</b>	<b>104</b>

Саженок Александр Николаевич  
Саженкова Татьяна Владимировна  
Славский Виктор Владимирович  
Дронов Вадим Сергеевич

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

**практикум. Второе издание.**

ЛР 020261  
Н/К

Компьютерный набор О.А. Жданова, В.С Дронов  
Компьютерная верстка Н.С. Морозова  
Оригинал-макет представлен в авторской редакции

---

Подписано в печать	Формат 60 × 84/16.
Офсетная печать.	Уч.-изд. л. 4.7.
Заказ	Тираж 100 экз.

---

Издательство Алтайского университета:  
656099, Барнаул-99, ул. Димитрова, 66.