

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

**А.Д. Котов**  
**В.Ю. Орлов**  
**В.В. Ганжа**

# **Органическая химия**

*Учебное пособие*  
*(для заочной формы обучения)*

*Рекомендовано*  
*Научно-методическим советом университета*  
*для студентов, обучающихся по специальностям*  
*Биология, Экология*

Ярославль 2007

УДК 547  
ББК Г2я73  
К 73

*Рекомендовано  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2007 года*

**Рецензенты:**  
*кафедра органической химии Ярославского  
государственного технического университета;  
М.И. Волков, зав. лабораторией "Эколого-технологический  
мониторинг" ОАО "Автомобиль"*

**Котов, А.Д.** Органическая химия / А.Д. Котов,  
К 73 В.Ю. Орлов, В.В. Ганжа ; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль:  
ЯрГУ, 2007. – 244 с.  
ISBN 978-5-8397-0522-7

Учебное пособие составлено в соответствии с учебной программой курса «Органическая химия» для студентов заочной формы обучения по специальностям «Биология» и «Экология» факультета биологии и экологии Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова. Оно включает краткие лекции, контрольные задания по курсу органической химии, которые студенты должны выполнять самостоятельно, и описание основных лабораторных работ.

УДК 547  
ББК Г2я73

ISBN 978-5-8397-0522-7

© Ярославский  
государственный  
университет, 2007  
© А.Д. Котов, В.Ю. Орлов,  
В.В. Ганжа, 2007

# Программа курса «Органическая химия»

1. Предмет органической химии и пути ее развития. Классификация органических соединений. Методы определения строения органических соединений.

2. Номенклатура органических соединений. Примеры из различных классов.

3. Теория строения органических соединений. Причины выделения органической химии в отдельную науку.

4. Типы химических связей в органических соединениях. Пути распада ковалентной связи. Понятие о радикалах и ионах.

5. Механизм образования ковалентной связи,  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Валентные состояния атома углерода в органических соединениях.

6. Классификация органических реакций. Механизмы реакций присоединения, замещения, элиминирования.

7. Алканы. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура, распространение в природе, способы получения. Сигма-связь,  $sp^3$ -гибридизация.

8. Физические и химические свойства алканов. Механизм реакции хлорирования метана. Отдельные представители, применение алканов.

9. Алкены (этиленовые углеводороды). Гомологический ряд, изомерия, номенклатура, способы получения. Природа кратной связи,  $sp^2$ -гибридизация.

10. Физические и химические свойства алкенов. Отдельные представители, их применение.

11. Реакции присоединения в ряду алкенов. Механизм электрофильного присоединения галогенов к алкенам. Правило В.В. Марковникова. Индукционный эффект.

12. Реакции окисления непредельных углеводородов и их значение. Реакции полимеризации этиленовых углеводородов. Их применение в промышленности.

13. Алкины. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура, способы получения. Природа тройной связи,  $sp$ -гибридизация.

14. Физические и химические свойства алкинов. Отдельные представители.

15. Техническое применение ацетилена. Ацетилениды. Реакция Кучерова. Винацетилен и хлоропрен.

16. Диеновые углеводороды. Классификация, строение, способы получения диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями, отдельные представители.

17. Свойства диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями. Реакции присоединения. Статистический и динамический эффект сопряжения.

18. Реакции полимеризации диеновых углеводородов. Природный и синтетический каучуки.

19. Галогеналкилы. Получение, свойства, применение.

20. Ароматические углеводороды (арены). Гомологический ряд бензола, изомерия, номенклатура. Природные источники и способы получения ароматических углеводородов ряда бензола.

21. Электронное строение бензола. Химические свойства ароматических углеводородов.

22. Реакции замещения ароматических углеводородов. Механизм электрофильного замещения. Правила ориентации для реакции электрофильного замещения. Ориентанты I и II родов. Согласованная и несогласованная ориентация.

23. Полициклические ароматические соединения (дифенил, нафталин, антрацен, фенантрен). Понятие о небензоидных ароматических соединениях. Правило Хюккеля.

24. Галогенарилы. Введение галоидов в ядро и боковую цепь. Их свойства и применение.

25. Алициклические углеводороды. Строение, изомерия, номенклатура, способы получения, химические свойства. Конформационный анализ.

26. Спирты. Классификация, изомерия, номенклатура. Способы получения, отдельные представители. Применение спиртов.

27. Физические и химические свойства спиртов. Свойства атома водорода в гидроксиле и свойства гидроксила спирта. Реакции окисления спиртов.

28. Многоатомные спирты. Отдельные представители, свойства, отличия от одноатомных спиртов. Непредельные спирты.

29. Фенолы. Классификация, строение, номенклатура, способы получения. Применение фенолов.

30. Свойства фенолов в сравнении со свойствами спиртов и бензола.

31. Простые эфиры. Получение, строение, свойства, изомерия. Органические окиси, перекиси, гидроперекиси.

32. Альдегиды и кетоны. Строение карбонильной группы, изомерия, номенклатура, способы получения альдегидов и кетонов.

33. Электронное строение карбонильной группы. Реакции присоединения, окисления, конденсации и полимеризации альдегидов и кетонов, особенности ароматических альдегидов и кетонов. Отличия альдегидов и кетонов по химическим свойствам.

34. Карбоновые кислоты жирного и ароматического рядов. Классификация, изомерия, номенклатура, способы получения, свойства одноосновных предельных кислот. Отдельные представители.

35. Двухосновные предельные карбоновые и ароматические кислоты. Строение, номенклатура, способы получения, свойства.

36. Одноосновные и двухосновные (фумаровая, малеиновая) непредельные карбоновые кислоты. Строение, номенклатура, способы получения, свойства. Геометрическая (цис-транс) изомерия.

37. Сложные эфиры. Способы получения, номенклатура, свойства. Механизм реакции этерификации. Жиры, воски, фосфатиды. Состав, строение, свойства, применение.

38. Оксикислоты. Классификация. Оптическая изомерия одноосновных двухатомных кислот. Методы разделения рацематов на оптические антиподы.

39. Оксокислоты (альдегидо- и кетонокислоты). Изомерия, номенклатура, способы получения. Кето-енольная таутомерия на примере ацетоуксусного эфира.

40. Двухосновные (трех- и четырехатомные) оксикислоты. Строение, свойства, распространение в природе. Оптическая изомерия, понятие об асимметрическом синтезе.

41. Углеводы. Их биологическое значение. Классификация углеводов. Моносахариды, их строение, кольчато-цепная таутомерия. Способы получения, физические и химические свойства моносахаридов.

42. Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза, арабиноза, ксилоза). Альдогексозы (глюкоза, галактоза). Их строение и нахождение в природе. Открытые и циклические формы. Понятие о гликозидах и агликонах. Фруктоза, как пример кетозы. Ее строение, свойства, нахождение в природе.

43. Дисахариды. Понятие о восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридах. Строение мальтозы и целлобиозы, сахарозы, номенклатура, применение, свойства.

44. Крахмал, гликоген и клетчатка как отдельные представители высших полисахаридов. Их строение, свойства и нахождение в природе.

45. Амины жирного и ароматического рядов. Номенклатура, способы получения, строение и свойства. Отдельные представители.

46. Понятие об ароматических диазосоединениях и азокрасителях. Окраска веществ и теория цветности.

47. Аминокислоты. Классификация, строение, свойства, распространение в природе и биологическое значение.

48. Пептиды и природа пептидной связи. Понятие о белках, их свойства и структура. Синтетические полиамиды. Найлон, капрон.

49. Пятичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами. Понятие о производных пиррола, их распространение в природе и биологическое значение. Индол, скатол,  $\beta$ -индолилуксусная кислота, триптофан, серотонин как отдельные представители гетероциклов с конденсированными бензопиррольными кольцами.

50. Шестичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами. Пиридин, его электронное строение, свойства, распространение в природе и биологическое значение.

51. Пиримидиновые основания (цитозин, урацил, тимин). Конденсированные системы гетероциклов. Производные пурина – аденин, гуанин, ксантин, гипоксантин и мочева кислота. Их строение, распространение в природе и биологическое значение.

52. Нуклеозиды, моно- и полинуклеотиды. Строение, распространение в природе и биологическое значение. Понятие о нуклеиновых кислотах.

## Содержание

<b>Программа курса «Органическая химия» .....</b>	<b>3</b>
<b>Предмет органической химии.....</b>	<b>7</b>
<i>Теория химического строения .....</i>	<i>9</i>
<i>Особенности химической связи в органических соединениях. ....</i>	<i>10</i>
<i>Классификация и номенклатура органических соединений.....</i>	<i>12</i>
<i>Механизмы реакций и реакционная способность органических соединений.....</i>	<i>14</i>
<i>Классификация органических реакций по характеру химических превращений.....</i>	<i>17</i>
<b>Углеводороды.....</b>	<b>19</b>
<i>Предельные углеводороды (алканы, парафины) .....</i>	<i>20</i>
<i>Этиленовые углеводороды (алкены,олефины) .....</i>	<i>26</i>
<i>Диеновые углеводороды (алкадиены) .....</i>	<i>33</i>
<i>Каучук и его свойства .....</i>	<i>40</i>
<i>Ацетиленовые углеводороды.....</i>	<i>41</i>
<i>Галогенпроизводные ациклических углеводородов.....</i>	<i>48</i>
<i>Бензол и его гомологи.....</i>	<i>50</i>
<b>Кислородсодержащие органические соединения.....</b>	<b>60</b>
<i>Одно- и многоатомные спирты .....</i>	<i>60</i>
<i>Фенолы и ароматические спирты .....</i>	<i>66</i>
<i>Оксосоединения. Альдегиды и кетоны.....</i>	<i>71</i>
<i>Одно- и многоосновные карбоновые кислоты и их производные.....</i>	<i>80</i>
<i>Соединения со смешанными функциями.....</i>	<i>88</i>
<i>Углеводы (сахара) .....</i>	<i>96</i>
<b>Азотсодержащие соединения.....</b>	<b>105</b>
<i>Амины .....</i>	<i>105</i>
<i>Аминоспирты .....</i>	<i>107</i>
<i>Аминокислоты.....</i>	<i>108</i>
<i>Белки .....</i>	<i>113</i>
<i>Ароматические амины .....</i>	<i>114</i>
<i>Диазосоединения. Азосочетание. Азокрасители .....</i>	<i>115</i>

<b>Многоядерные ароматические системы.....</b>	<b>117</b>
<b>Гетероциклические соединения .....</b>	<b>121</b>
<i>Группа пиррола.....</i>	<i>122</i>
<i>Группа имидазола.....</i>	<i>125</i>
<i>Группа индола.....</i>	<i>126</i>
<i>Группа пиридина.....</i>	<i>127</i>
<i>Группа пиримидина .....</i>	<i>129</i>
<i>Группа пурина.....</i>	<i>130</i>
<i>Группы хинолина и птеридина.....</i>	<i>131</i>
<b>Нуклеиновые кислоты и коферменты. Нуклеопротеиды....</b>	<b>132</b>
<b>Контрольные задания.....</b>	<b>136</b>
<b>Лабораторный практикум.....</b>	<b>230</b>
<i>Требования техники безопасности при работе в химической</i> <i>лаборатории.....</i>	<i>230</i>
<i>Оформление отчета о лабораторной работе .....</i>	<i>232</i>
<i>Лабораторные работы .....</i>	<i>233</i>