

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО КНИТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.каф.ОХ



_____Синяшин О.Г._____ФИО

« 10 » _____ 09 _____ 2018 г.

**Программа вступительного испытания в аспирантуру по направлению
04.06.01 – Химические науки**

Направленность – «Органическая химия»

Казань 2018г.

1. Вопросы программы вступительного испытания в аспирантуру

.....1. Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Теория строения А.М. Бутлерова. Явление изомерии и его классификация.

2. Явление изомерии и его классификация. Виды структурной изомерии с примерами.

3. Виды пространственной изомерии (стереоизомерия). Геометрическая и конформационная изомерия.

4. Виды пространственной изомерии. Конформационная изомерия. Конформационный анализ.

5. Виды стереоизомерии. Конфигурационная изомерия. Конфигурация асимметрического (хирального) центра. Антиподы (энантиомеры). Рацемат. D,L-номенклатура.

6. Конфигурационная изомерия. Антиподы и диастереоизомеры. D,L-номенклатуры. Химический метод разделения рацемата на антиподы.

7. Родоначальная структура и заместители: углеводородные радикалы и характеристические группы. Классификация органических соединений по родоначальной структуре и характеристическим группам. Номенклатура органических соединений.

8. Заместительная номенклатура ИЮПАК.

9. Радикально-функциональная номенклатура ИЮПАК.

10. Химическая связь. неполярные, полярные и ионные связи. Индукционный эффект. Способы образования ковалентной связи. Гибридизация атомных орбиталей.

11. Основные положения теории молекулярных орбиталей (МО). Занятые, свободные, связывающие и несвязывающие МО. ВЗМО и НСМО.

12. Классификация органических реакций по характеру превращения: реакции присоединения (A), замещения (S), элиминирования (E), изомеризации и перегруппировок, перциклические (циклоприсоединения и электроциклические). Приведите примеры.

13. Классификация органических реакций по способу разрыва связи (гомолитические и гетеролитические). Свободнорадикальные реакции (R) и их особенности. Ионные реагенты – нуклеофилы (Nu) и электрофилы (E). Ионные реакции – нуклеофильные (N) и электрофильные (E) и их особенности. Обобщенные буквенные обозначения реакций: A_R , A_E , A_N ; S_R , S_N , S_E ; S_{N1} и S_{N2} .

14. Понятие о промежуточных частицах (интермедиатах): свободные радикалы, катионы (карбокатионы), анионы (карбанионы), карбены. Устойчивость промежуточных частиц.

15. Алканы. Изомерия. Основные методы получения. Характеристика σ -связей С-С и С-Н и реакции с их участием: галогенирование, сульфонохлорирование, нитрование.

16. Механизм цепного радикального замещения в алканах. Селективность реакций радикального замещения. Термолиз и пиролиз алканов.

17. Номенклатура алкенов. Строение молекул алкенов. sp^2 -Гибридное состояние атома углерода, π -связь. Энергия и длина связи С=C. Структурная и геометрическая (цис- и транс-) изомерия, E, Z-номенклатура. Методы синтеза алкенов.

18. Химические свойства алкенов. Гидрирование. Реакции электрофильного присоединения (A_E) по двойной связи: воды, галогенов, галогеноводородов, гипогалогенитов. Ориентация присоединения. Правило присоединения Марковникова и его современная трактовка, механизм реакции электрофильного присоединения.

19. Радикальные реакции алкенов: пероксидный эффект Караша, галогенирование алкенов в аллильное положение. Реакции карбонилирования алкенов: гидроформилирование и гидрокарбокислирование.

20. Окисление алкенов с сохранением углеродного скелета: эпоксидирование, гидроксилирование. Окисление алкенов с разрывом связи С=C (под действием сильных окислителей): окислительное расщепление, озонлиз.

21. Полимеризация алкенов. Понятие о полимерах, о цепной полимеризации алкенов. Радикальный и ионный механизм цепной полимеризации. Стадии процесса цепной полимеризации, степень полимеризации.

22. Классификация, и номенклатура алкадиенов. Сопряженные диены. Способы получения 1,3-бутадиена (дивинила), 2-метил-1,3-бутадиена (изопрена), 2-хлор-1,3-бутадиена (хлоропрена).

23. Понятие о сопряжении и делокализации. Структура сопряженных диенов в рамках теории МО.

24. Химические свойства сопряженных диенов. Реакции электрофильного присоединения галогенов, галогеноводородов. 1,2- и 1,4- Присоединение, к сопряженным диенам и факторы, влияющие на соотношение продуктов, понятие о резонансно-стабилизированном карбокатионе аллильного типа. Кинетический и термодинамический контроль. Реакция диенового синтеза.

25. Полимеризация алкадиенов. Радикальная, ионная и ионно-координационная полимеризация. 1,2-, 1,4- цис- и 1,4-транс-полимеризация. Синтетические каучуки. Натуральный каучук. Вулканизация каучука. Резина.

26. Алкины. Строение, номенклатура, основные способы получения. Химические свойства алкинов. Реакции электрофильного присоединения: галогенирование, гидрогалогенирование. Гидратация. Нуклеофильное присоединение. Промышленные синтезы на основе ацетилена (винилирование), получение: хлористого винила, акрилонитрила, винил-ацетата и их полимеризация.

27. Гидрирование. Полимеризация. Реакции замещения: получение ацетиленидов. Присоединение к карбонильным соединениям. Реакции димеризации и циклотримеризации ацетилена.

28. Классификация алициклических углеводородов. Номенклатура. Изомерия структурная, геометрическая и пространственная. Устойчивость циклов (напряжение). Методы получения.

29. Связь между строением и реакционной способностью циклоалканов. Гидрирование трех-, четырех- и пятичленных циклов, особенность в поведении шестичленных циклов. Гидрогалогенирование трехчленных циклов. Галогенирование трех-, четырех-, пяти- и шестичленных циклов.

30. Строение молекулы бензола. Ароматичность. Определение. Правило Хюккеля. Изомерия и номенклатура одноядерных ароматических углеводородов. Методы получения.

31. Химические свойства аренов. Реакции присоединения: гидрирование, присоединение хлора, озонлиз. Окисление бензола. Замещение: реакции нитрования, сульфонирования, галогенирования, алкилирование алкенами и спиртами; реакция Фриделя-Крафтса: алкилирование галогеноалканами и ацилирование хлорангидридами и ангидридами карбоновых кислот.

32. Механизм электрофильного замещения в ароматическом ядре. π - и σ -Комплексы. Правила замещения и ориентанты первого и второго рода.

33. Полифенилметаны. Определение. Способы получения. Окисление дифенилметана. Трифенилметановые красители.

Многоядерные углеводороды с конденсированными ядрами. Нафталин. Химические свойства. Особенности электрофильного замещения в нафталиновом ядре (α – и β – замещение). Окисление. Восстановление.

34. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, пиррол, тиофен). Общие методы получения из ациклических соединений. Ароматичность фурана, пиррола и

тиофена и ее причины. Химические свойства. Действие кислот и оснований, реакции присоединения (гидрирование). Реакции замещения: нитрования, сульфонирования и ацилирования гетероциклов, используемые реагенты.

35. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом (пиридин). Строение, ароматические свойства. Пиридин. Способы получения. Химические свойства пиридина: электрофильное и нуклеофильное замещение в пиридиновом кольце. Кислотно-основные свойства. Восстановление. Физиологически активные вещества: никотиновая кислота, никотинамид, кордиамин.

36. Галогенопроизводные углеводородов со связью $C_{sp^3} - Hal$. Методы получения. Характеристика связи углерод – галоген. Нуклеофильное замещение. Мономолекулярное замещение. Механизм S_N1 . Особенности мономолекулярного замещения: стереохимия реакции, влияние строения субстрата, влияние среды. Бимолекулярное замещение. Механизм S_N2 . Особенности бимолекулярного замещения: стереохимия реакции, влияние строения субстрата, влияние среды, влияние уходящей группы, влияние нуклеофила.

37. Реакции элиминирования галогеноводорода E1 и E2, механизмы моно- и бимолекулярного элиминирования. Правило Зайцева. Конкуренция замещения и элиминирования, роль температуры.

38. Галогенопроизводные со связью $C_{sp^2} - Hal$. Методы получения. Особенность связи $C_{sp^2} - Hal$. Химическая инертность винилхлорида. Нуклеофильное замещение галогена в ароматическом ядре. Механизмы нуклеофильного замещения атома галогена в арилгалогенидах: «присоединение-элиминирование» в активированных арилгалогенидах, а также через стадию дегидробензола - «элиминирование-присоединение».

39. Металлоорганические соединения. Классификация, номенклатура. Общая характеристика. Характер связи углерод-металл; зависимость характера связи от положения металла в Периодической системе.

40. Борорганические соединения. Гидрид бора (боран), триалкил- и триарилбораны. Эфират трифторида бора и использование его в качестве катализатора.

41. Магний органические соединения. Реактив Гриньяра, их применение в органическом синтезе.

42. Фосфорорганические соединения. Применение фосфорорганических соединений в тонком органическом синтезе.

43. Моногидроксипроизводные. Классификация, номенклатура, изомерия. Гидроксипроизводные со связью $C(sp^3)-OH$. Спирты: первичные, вторичные, третичные, аллиловый и бензиловый. Методы получения. Гидроксипроизводные со $C(sp^2)-OH$ связью. Малая ус-

тойчивость таких спиртов и прототропное превращение. Кето-енольная таутомерия. Фенол, крезолы, нитрофенолы. Физические свойства, водородная связь, характеристика связей С-О и О-Н в молекулах спиртов.

44. Химические свойства. Реакции с разрывом связи О-Н: кислотные свойства, этерификация, дегидратация, реакции с галогеналканами. Правило Зайцева. Реакции замещения О-Н-группы: реакции с галогенидами фосфора и серы, реакция с галогеноводородами. Окисление.

45. Многоатомные спирты. Классификация, номенклатура. Способы получения. Химические свойства: образование солей с легкими и тяжелыми металлами, образование эфиров с минеральными и карбоновыми кислотами, дегидратация, окисление. Тринитрат глицерина и динитрат этиленгликоля, синтез и применение. Жиры и мыла.

46. Гидроксипроизводные со связью $C_{(sp^2)} - OH$. Особое свойство винилового спирта.

Фенолы. Классификация, номенклатура, изомерия. Методы получения. Химические свойства. Реакции фенольного гидроксила: кислотные свойства фенола, О-алкилирование, О-ацилирование, восстановление, нуклеофильное замещение. Реакции электрофильного замещения в ароматическое кольцо: бромирование, действие концентрированной и разбавленной азотной кислоты, сульфонирование фенола.

47. Альдегиды и кетоны. Классификация, номенклатура, изомерия. Монокарбонильные соединения. Альдегиды и кетоны со $C(sp^3) - C(O)$ связью. Методы получения. Винил- и фенилуксусные альдегиды. Карбонильные соединения со $C(sp^2) - C(O)$ – связью: акролеин, метакролеин, кротоновые альдегиды, аренкарбальдегиды: бензойный и толуиловые. .

48. Строение и характеристика карбонильной группы. Индуктивный и мезомерный эффект. Карбонильные соединения как С-Н – кислоты. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе: гидрирование, присоединение синильной кислоты(механизм), бисульфита-Na, реактива Гриньяра, спирта. Реакционная способность альдегидов и кетонов в этих реакциях.

49. Нуклеофильное замещение кислорода карбонильной группы (присоединение – элиминирование): взаимодействие с аммиаком, гидроксиламином, гидразином и фенилгидразином. Электрофильное замещение кислорода карбонильной группы – реакция с пентахлоридом фосфора.

50. Электрофильное присоединение к α,β -непредельным альдегидам и его особенности. Кислотные свойства: подвижность водорода у α -углеродного атома и образование делокализованного аниона. Кето-енольная таутомерия как один из видов прототропии.

51. Окисление альдегидов и качественные реакции. Окисление кетонов. Правило Попова – Вагнера. Конденсации: альдольно-кетоновая конденсация (механизм), конденсация Кляйзена, реакция Перкина. Реакция Канниццаро.

52. Монокарбоновые кислоты. Кислоты со $C(sp^3)$ – $COOH$ связью. Гомологический ряд. Изомерия. Методы получения. Высшие карбоновые кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая и линоленовая. Винил-, фенилуксусные кислоты. Номенклатура. Кислоты со $C(sp^2)$ – $COOH$ связью: акриловая, метакриловая, кротоновые, аренкарбоновые (бензойная, толуиловые). Номенклатура.

53. Химические свойства карбоновых кислот. Кислотные свойства: диссоциация, делокализованное сопряженное основание, влияние заместителей на его устойчивость и на pK_a кислоты. Соли. Строение (делокализованный анион). Основные свойства карбоновых кислот. Протонизация. Реакции со спиртами (этерификация), аммиаком и аминами при нагревании. Сложные эфиры и амиды карбоновых кислот. Сложные эфиры высших карбоновых кислот и глицерина (жиры и масла). Омыление жиров и производство мыла.

54. Амиды карбоновых кислот. N,N -диметилформаид. Никотинаид (витамин PP). Нитрилы и их свойства: омыление, восстановление. Акрилонитрил, его получение, полимеризация и сополимеризация. Нуклеофильные свойства карбоновых кислот – реакции с хлоридами $P(III)$, $P(V)$ и $S(IV)$. Галогенангидриды и ангидриды карбоновых кислот. Ацилирование. Зависимость активности ацилирующих агентов от их строения.

55. Двухосновные карбоновые кислоты. Щавелевая, малоновая, янтарная, адипиновая, малеиновая (цис-изомер), фумаровая (транс-изомер) и фталевые кислоты. Номенклатура. Малоновый эфир. Na -малоновый эфир. Делокализованный анион и его алкилирование. Использование алкил- и диалкилмалоновых эфиров в синтезе карбоновых кислот. Поликонденсация адипиновой кислоты с гексаметилендиамином.

56. Двухосновные ароматические карбоновые кислоты. Получение. Особенности химических свойств. Поликонденсация терефталевой кислоты с этиленгликолем, полиэфиры и полиамиды, их практическое значение. Диалкил-фталаты. Репелленты, пластификаторы.

57. Ароматические сульфоновые кислоты. Получение. Сульфонирование, сульфонизирующие агенты, обратимость реакции сульфонирования. Функциональные производные сульфоновых кислот. Реакции нуклеофильного замещения сульфоновой группы. Электрофильное замещение в арилсульфоновых кислотах.

58. Определение, классификация, изомерия, номенклатура нитросоединений. Методы получения. Строение нитрогруппы. Индуктивный и мезомерный эффекты. Химические

свойства: свойства псевдокислоты, свойства C-N кислоты: реакции с карбонильными соединениями, реакции с азотистой кислотой. Восстановление нитросоединений, механизм восстановления в кислой и щелочной средах. Активирующее влияние нитрогруппы на *o*- и *n*-заместители в ароматическом ядре. Свойства ароматических нитрогалоидпроизводных и тринитрофенола.

59. Амины как производные углеводородов и аммиака. Классификация: амины со C(sp³) – N связью – алканамины и со C(sp²) – N связью – аренамины; первичные, вторичные и третичные амины. Изомерия. Номенклатура. Методы получения.

60. Химические свойства аминов. Основные свойства аминов и образование солей. Кислотно-основные свойства. Амины как нуклеофилы: N-алкилирование и N-ацилирование. Электрофильное замещение в ароматических аминах: бромирование в воде, сульфонирование, нитрование. Реакции первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой, механизм реакции диазотирования. Понятие о диаминах.

61. Диазосоединения. Зависимость их строения от pH среды: соли диазония, диазогидраты и диазотаты. Влияние природы углеводородного радикала на устойчивость диазокатиона. Реакция диазотирования: условия и постадийная схема протекания. Химические свойства: реакции с выделением азота – замещение диазогруппы на другие атомы или группы атомов. Реакция без выделения азота – азосочетание. Условия сочетания с фенолами и аренаминами. Механизм сочетания. Амино- и гидроксидазосоединения. Азокрасители. Гелиантин (метилоранж).

62. Номенклатура гидроксикарбоновых кислот. Структурная изомерия. Методы получения. Химические свойства. Реакции по гидроксильной и карбоксильной группам. Превращения 2-, 3- и 4-гидроксикарбоновых кислот при нагревании. Лактиды и лактоны. Салициловая кислота. Аспирин. Салол. Конфигурационная изомерия молочной и винной кислот. Конфигурация асимметрического (хирального) центра. Проекционные формулы. Антиподы (энантиомеры). D-глицериновый альдегид. D и L стерические ряды. Рацемат. Мезоформа. Диастереомеры. Разделение рацематов на антиподы.

63. Классификация оксокарбоновых кислот. 2-Оксокарбоновые кислоты: глиоксиловая и пировиноградная. 3-Оксокарбоновые кислоты: формил- и ацетоуксусные кислоты и их неустойчивость. Номенклатура. Изомерия. Получение: окисление этиленгликоля и молочной кислоты, гидролиз *гем*-дихлорзамещенных карбоновых кислот, пиролиз виноградной кислоты. Пировиноградная кислота, ее участие в биохимических процессах. Ацетоуксусная кислота.

Ацетоукснй эфир и его синтез сложноэфирной конденсацией (Кляйзен). Прототропия ацетоуксусного эфира. Факторы, влияющие на кето-енольное равновесие. Химические свойства ацетоуксусного эфира. Реакции кетонной формы: восстановление, присоединение циановодорода; енольной формы: с пентахлоридом фосфора, присоединение брома.

Реагирование делокализованного аниона с электрофилами (алкил- и ацилгалогенидами). Перенос реакционного центра и образование С- и О- производных. Кислотное и кетонное расщепление алкил- и диалкилацетоуксусных эфиров.

64. Классификация, изомерия, номенклатура, методы получения аминокарбоновых кислот. D- и L- α - аминокислоты. Строение аминокислот, амфотерный характер, два типа солей. Отношение к нагреванию 2- 3- и 4-аминокислот. Незамещенные аминокислоты. Роль аминокислот в жизнедеятельности живых организмов.

Белки. Классификация. Пептидная связь. Полипептиды. Первичная, вторичная и третичная структуры белков.

65. Классификация углеводов: простые (моносахариды, монозы) и сложные (дисахариды или биозы, полисахариды). Монозы. Строение: неразветвленная углеродная цепь, наличие гидроксильных и карбонильной групп. Альдозы и кетозы. Гексозы: глюкоза и фруктоза. Пентозы: рибоза и дезоксирибоза. Оксо- (ациклическая) и полуацетальная формы. Конфигурационная изомерия. α - и β - Формы моноз.

66. Перспективные формулы Хеуорса моносахаридов. Явление мутаротации в водных растворах моносахаридов. Химические свойства: восстановление, окисление, реакции с циановодородом, гидроксиламином, арилгидразином, метилирование, ацетилирование. Брожение и его значение. Ферменты – биокатализаторы. Зимаза. Фотосинтез.

67. Дисахариды. Понятие о восстанавливающих (моноголикозидная связь) и невосстанавливающих (дигликозидная связь) дисахаридах. Мальтоза, целлобиоза и сахароза.

68. Полисахариды. Крахмал и клетчатка (целлюлоза). Строение моносахаридного фрагмента в природных полимерах. Частичный и полный гидролиз. Значение крахмала. Сложные эфиры клетчатки: нитраты, ацетаты, ксантогенаты. Ацетатный и вязкозный шелк.

69. Нуклеиновые кислоты. Нуклеозиды и нуклеотиды. Полинуклеотиды. ДНК и РНК, продукты их гидролиза: дезоксирибоза или рибоза, фосфорная кислота, органические основания.

70. Строение нуклеиновых кислот: двойная спираль из полинуклеотидных цепочек ДНК, однотяжевая полинуклеотидная цепь РНК. Роль нуклеиновых кислот в биологических процессах.

.....

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы вступительного испытания в аспирантуру

а) основная литература:

1. Петров А.А. Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. Учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. - СПб.: «Иван Федоров», 2002. – 624с.

2. Травень, В.Ф. Органическая химия : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 401 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84108>.

3. Травень, В.Ф. Органическая химия : учебное пособие для вузов : в 3 ч. Т. 2 [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 550 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84109>.

4. Травень, В.Ф. Органическая химия : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 3 [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 391 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84110>.

5. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 1 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 570 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94167>.

6. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 2 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 626 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94168>.

7. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 3 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 547 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94166>..

8. Реутов, О.А. Органическая химия : в 4 ч. Ч. 4 [Электронный ресурс]: учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 729 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84139>.

б) дополнительная литература:

1. Полифункциональные производные органических соединений: учебное пособие / Е.А. Красильникова, Е.Л. Гаврилова, Н.И. Шаталова, А.А. Наумова; федер. Агентство по образованию, Казан.гос.технол. ун-т. – Казань: КГТУ, 2010 - 168 с.

2. Синяшин, О. Г. Органическая химия: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Хим. технология" / О.Г. Синяшин, П.А. Гуревич, Е.Л. Гаврилова. – М.: КДУ: Университет. кн., 2016 .— 298 с.

3. Самуилов, Я.Д. Реакционная способность органических соединений: Учеб. пособие/ Я.Д. Самуилов, Е.Н. Черезова // Казань, ГОУ ВПО «Казан. гос. технол. ун-т», 2010. - 418 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

.... В качестве электронных источников информации рекомендуется использовать следующие источники:

1. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека, система РИНЦ.

2. <http://elib.gpntb.ru/> - Электронная библиотека ГПНТБ России.

3. <http://cyberleninka.ru/about> - Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка». <http://w.w.scintific.narod.ru/index.htm> - Каталог научных ресурсов. В данном разделе собраны ссылки на специализированные научные поисковые системы, электронные архивы, средства поиска статей и ссылок.

4. Google Scholar - Поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций.

5. <http://neicon.ru> - Национальный электронно-информационный консорциум НЭИКОН.

6. <http://uisrussia.msu.ru> - Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) создана и поддерживается, как база электронных ресурсов для исследований и образования в области гуманитарных наук и с 2000 года открыта для коллективного доступа университетов, вузов, научных институтов РФ и специалистов.

7. ЭБС Лань - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>

ЭБС «Книгафонд» - Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/>

.....

....