

**Перечень вопросов вступительных испытаний по направлению 18.06.01 —
Химическая технология**

Направленность программы: Процессы и аппараты химических технологий)

Кафедра: инженерной химии и промышленной экологии

1. Классификация процессов в химической технологии.
2. Материальный и тепловой балансы.
3. Основные определения гидравлики: гидростатика, гидродинамика, упругая и капельная жидкость, реальная и идеальная жидкость.
4. Основные физические свойства жидкостей: плотность, давление, вязкость, поверхностное натяжение.
5. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера (вывод).
6. Основное уравнение гидростатики, его физический и энергетический смысл. Практическое применение.
7. Закон Паскаля.
8. Гидродинамика. Скорость и расход жидкости. Полное и живое сечения.
9. Гидравлический радиус и эквивалентный диаметр.
10. Режимы движения жидкостей. Критерий Re , его физический смысл. Re критический.
11. Уравнение неразрывности потока.
12. Дифференциальные уравнения движения Эйлера (вывод).
13. Дифференциальные уравнения движения Навье-Стокса (вывод).
14. Течение неньютоновских жидкостей: бингамовских, псевдопластичных, дилатантных.
15. Уравнение Бернулли (вывод), физический и энергетический смысл.
16. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
17. Графическая иллюстрация уравнения Бернулли.
18. Гидравлические сопротивления при движении жидкости по трубопроводу. Определение потерь напора на трение и местные сопротивления.
19. Основы теории подобия. Сущность теории подобия и моделирования процессов.
20. Условия и теоремы подобия: 1,2,3 теоремы подобия, π -теорема Бэкингема.
21. Критерии гидродинамического подобия (Re , Fr , Eu , Ar).
22. Основные параметры насосов: H , Q , $K.п.д.$, N_p .
23. Высота всасывания и явление кавитации.
24. Центробежный насос. Устройство и принцип действия.
25. Основное уравнение центробежного насоса.
26. Рабочая характеристика центробежного насоса.
27. Работа насосов на сеть. Совмещенная характеристика насоса и трубопровода.
28. Поршневые насосы простого и двойного действия. Устройство, принцип действия, диаграмма подачи, производительность.

29. Плунжерный насос.
30. Шестеренный насос.
31. Пластинчатый насос.
32. Струйный насос.
33. Мембранный насос.
34. Процессы сжатия газа: изотермический, адиабатический, политропический.
35. Одноступенчатые компрессоры простого и двойного действия.
36. Индикаторная диаграмма компрессора.
37. Пластинчатый компрессор.
38. Водокольцевой компрессор.
39. Гидромеханические процессы. Материальный баланс гидромеханических процессов.
40. Расчет отстойников. Определение поверхности осаждения.
41. Расчет отстойников. Определение скорости осаждения.
42. Устройство и принцип действия отстойников: непрерывного действия с гребковой мешалкой; с коническими полками; для разделения эмульсий.
43. Фильтрование. Скорость фильтрования. Основное уравнение дифференциальное фильтрования.
44. Устройство и принцип действия фильтров: плиточно-рамного фильтр-пресса; барабанного фильтра, ленточного фильтра.
45. Центрифугирование. Центробежная сила и фактор разделения.
46. Устройство и принцип действия центрифуг: с пульсирующим поршнем; со шнековой выгрузкой осадка; трубчатой сверхцентрифуги.
47. Характеристика циклонных процессов.
48. Циклон конструкции НИИОГаз.
49. Батарейный циклон.
50. Мокрая очистка газа. Полый и насадочный скруббер. Пенный пылеуловитель. Скруббер Вентури.
51. Осаждение в электрическом поле.
52. Трубчатый и пластинчатый электрофильтры.
53. Теплопроводность. Закон Фурье. Физический смысл и размерность λ .
54. Теплопроводность однослойной плоской стенки.
55. Теплопроводность многослойной плоской стенки.
56. Теплопроводность однослойной цилиндрической стенки.
57. Теплопроводность многослойной цилиндрической стенки.
58. Конвективный теплообмен. Закон охлаждения Ньютона. Физический смысл и размерность α .
59. Примеры критериальных уравнений. Теплообмен в условиях вынужденного движения теплоносителя в прямых трубах и каналах.
60. Уравнение теплопередачи при постоянных температурах теплоносителя (вывод).
61. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи, его размерность физический смысл.

62. Определение средних температур теплоносителей и температур стенок.
63. Тепловой расчет теплообменников. Определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи.
64. Конструкции теплообменных аппаратов: кожухотрубчатые – одно- и многоходовые, с линзовым компенсатором, с плавающей головкой, с U - образными трубками; змеевиковый погружной, спиральный, барометрический конденсатор.
65. Выпаривание. Закон Рауля. Следствие закона Рауля.
66. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата. Определение расхода греющего пара и поверхности нагрева.
67. Температурные потери в выпарном аппарате и температура кипения раствора.
68. Многокорпусные выпарные установки:
а) с параллельным питанием корпусов;
б) прямого и параллельного тока раствора и пара;
в) противоточные.
69. Общая полная и общая полезная разность температур многокорпусной выпарной установки.
70. Распределение общей полезной разности температур по корпусам выпарной установки в случае равенства поверхностей нагрева.
71. Распределение общей полезной разности температур по корпусам выпарной установки при минимальной суммарной поверхности нагрева.
72. Конструкции выпарных аппаратов: с центральной циркуляционной трубой; внутренней обогревательной камерой; с выносной нагревательной камерой; с выносной циркуляционной трубой; с вынесенной зоной кипения; с принудительной циркуляцией.
73. Сушка. Формы связи влаги с материалом. Виды сушки.
74. Способы выражения влажности материала. Материальный баланс для высушиваемого материала.
75. Параметры теплоносителя - влажного воздуха (абсолютная и относительная влажность, влагосодержание, плотность, энтальпия). I - X диаграмма.
76. Определение количества испаренной влаги и расхода воздуха в конвективной сушилке.
77. Тепловой баланс конвективной сушилки. Определение расхода теплоты.
78. Построение на Y - X диаграмме процессов теоретической и действительной сушки.
79. Массопередача. Правило фаз. Массообменные процессы. Фазовое равновесие. Линия равновесия.
80. Материальный баланс процессов массопередачи. Уравнение линии рабочих концентраций.
81. Скорость массопередачи. Молекулярная диффузия. Закон Фика.
82. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи. Физический смысл и размерность β_x, β_y .

83. Уравнение массопередачи Коэффициент массопередачи. Физический смысл и размерность K_x , K_y .
84. Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи.
85. Средняя движущая сила и число единиц переноса.
86. Высота единиц переноса. Расчет рабочей высоты массообменных аппаратов.
87. Абсорбция. Материальный баланс абсорбции. Расход поглотителя.
88. Устройство абсорбционных аппаратов: трубчатых, насадочных, с ситчатыми тарелками.
89. Схема периодической ректификации.
90. Схема непрерывной ректификации.
91. Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей.
92. Уравнения рабочих линий верхней и нижней частей ректификационной колонны.
93. Построение рабочих линий ректификации на y - x диаграмме.
94. Флегмовое число.
95. Устройство и принцип действия сушилок: туннельной, двухвальцовой, распылительной.
96. Экстракция. Изображение процесса однократной экстракции на треугольной диаграмме.
97. Устройство и принцип действия экстракторов: насадочного, распылительного, ситчатого с поршневым пульсатором.

Перечень основной и дополнительной литературы

а) основная учебная литература

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А. Г. Касаткин. – М.: Альянс, 2009. - 750 с.
2. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учебное пособие / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2009, - 544 с.
3. Жуков Н.П. Гидрогазодинамика. Часть 1. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Жуков Н.П., Майникова Н.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.— 140 с.
4. Ловкис З. В. Гидравлика: учебное пособие – Минск: Белорусская наука, 2012 – 448 с.
5. Бабаев М. А. Гидравлика: учебное пособие/ Саратов: Научная книга, 2012 – 191с.
6. Багров И. В. Процессы и аппараты химической технологии; учеб. пособие/ И. В. Багров, Э. Н. Чулкова, В. Д. Шаханов. – СПб. :ИЦПСГУПТД, 2013-240 с.
7. Багров, И. В. Курсовое проектирование по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»; [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ И. В. Багров, В. Д. Шаханов, Э. Н. Чулкова. – СПб. ИЦПСГУПТД, 2012-115с.–

б) дополнительная учебная литература

1. Багров, И. В. Конструкции и расчет теплообменных аппаратов; учеб. пособие / И. В. Багров, В. Д, Шаханов. – СПб: ИПЦСПГУТД, 2009 – 128с.
2. Багров, И. В. Расчет гидромеханических процессов; учеб. пособие/И. В. Багров, В. Д. Шаханов. – СПб.: ИПЦСПГУТД,2010-96 с.
3. Багров И. В. Гидравлика и гидравлические машины [Электронный ресурс]: учебное пособие / Багров И. В., Шаханов В. Д. — СПб.: СПГУТД, 2009.— 80с.

Направленность программы: Технология и переработка полимеров и композитов)
Кафедра: наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.М. Меоса

Основные вопросы

1. Значение полимерных материалов для экономики страны. Задачи по развитию промышленности полимерных материалов и их влияние на технический прогресс.
2. Классификация полимеров. Кристаллические и аморфные полимеры. Их применение. Методы изучения структуры полимеров.
3. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Их характеристика. Термо-
4. динамическое и структурное понятие фазы. Фазовые равновесия в полимерных системах.
5. Аморфные полимеры. Характеристика их физических состояний. Особенности ориентации аморфных полимеров. Стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее состояние аморфных полимеров. Их физическая сущность.
6. Аморфно-кристаллические полимеры. Их характеристика. Диаграмма нагрузка - удлинение. Термомеханическая кривая. Механическая модель аморфно-кристаллического полимера.
7. Особенности кристаллического состояния полимеров. Признаки кристаллических полимеров. Термодинамика и кинетика кристаллизации. Характеристика их надмолекулярной структуры.
8. Жидкокристаллическое состояние полимеров, свойства, области применения.
9. Особенности получения волокон из полимеров (из растворов, расплавов, гелей и плёнок.).
10. Производство искусственных волокон. Охрана окружающей среды в процессах переработки полимер Термические преобразования графитирующегося углерода. Способы получения УУКМ (жидкофазный, газофазный, комбинированный). Уникальные свойства и основные области применения УУКМ.
11. Производство синтетических волокон: гетероцепных и карбоцепных. Охрана окружающей среды в процессах переработки полимеров в волокна.
12. Модификация полимеров и волокон с целью изменения их свойств. Конкретные свойства.
13. Композиционные материалы (КМ), их классификации. Основные термины и определения. Классификация КМ, методы оценки эксплуатационных свойств полимерных композиционных материалов.
14. Взаимодействие полимерных связующих с наполнителем. Теория адгезии. Понятие пограничного слоя. Понятие адгезии. Формирование межфазного контакта, смачивание наполнителя.

15. Явления на границе раздела армирующего волокна и полимерной матрицы. Механизм усиления полимерной матрицы при получении армированных полимерных композитов. 16. Взаимосвязь структуры и свойств композитов. Принципы разработки композиционных материалов. Дисперсно- и непрерывно-наполненные композиционные материалы.

16. Сравнительный анализ способов получения и эксплуатационных свойств дисперсно-наполненных и непрерывно-наполненных КМ. Преимущества непрерывно-упрочненных КМ по сравнению с другими конструкционными материалами (дисперсно-наполненными, перед металлами, древесиной). Конкретные примеры.

17. Дисперснонаполненные композиционные материалы: классификация. Механизмы упрочнения дисперснонаполненных композиционных материалов. Методы получения дисперснонаполненных композитов.

18. Трехмерно-армированные композиционные материалы (3-D композиты). Технологии получения, свойства, области применения.

19. Однонаправленные и слоистые композиты. Структура, получение, свойства, области использования. Конкретные примеры.

20. Виды КМ, содержащих в качестве наполнителей углеродные волокнистые материалы. Сравнительный анализ технологий, свойств и областей использования.

21. Прогрессивные технологии получения углеродных волокон и углеродных волокнистых материалов. Ресурсосберегающие технологии. Новые прекурсоры и новые процессы получения углеродных волокон.

22. Углерод-углеродные композиционные материалы. Углеродная матрица. Термические преобразования графитирующегося углерода. Способы получения УУКМ (жидкофазный, газофазный, комбинированный). Уникальные свойства и основные области применения УУКМ. Примеры, схемы, свойства в цифрах.

23. Экстремальные эксплуатационные характеристики углеродных волокон и углепластиков. Сравнительный анализ характеристик углепластиков и углерод-углеродных композиционных материалов. Хемостойкость, термостойкость и механические характеристики.

24. Композиты специального назначения. Принципы создания композитов специального назначения. Классификация, области применения. Конкретные примеры.

25. Наполнители и связующие для композитов специального назначения. Классификация, основные свойства. Конкретные примеры, свойства в цифрах.

26. Градиентные композиты на основе стеклянных, базальтовых и углеродных волокнистых материалов. Примеры, свойства, области применения.

27. Пористые композиты. Структура пор. Классификация пористых композитов. Получение, свойства и области применения. Нанопористые композиционные материалы. Конкретные примеры.

28. Волокна и композиты медицинского назначения. Биологически-активные материалы. Композиты-сорбенты. Иммобилизация биоактивных

препаратов и клеток на поверхности полимерных материалов. Конкретные примеры, области использования.

29. Электропроводность полимерных материалов. Принципы создания электропроводящих волокон и композитов. Области применения. Свойства в цифрах.

30. Многокомпонентные волокна как особый вид композитов. Виды волокон, области применения. Волокна - нано- и микрокомпозиты.

31. Наноструктурные композиты. Причины и принципы разработки. Классификация, области использования, получение. Свойства, конкретные примеры.

32. Полимерные и углеродные пористые композиционные материалы. Сорбенты, свойства, конкретные примеры, области использования.

Дополнительные вопросы

1. Чем отличается связующее от матрицы.
2. Агрегатные состояния композиционных материалов.
3. Набухание, способы измерения степени набухания, кинетика набухания.
4. Определение кислородного индекса. Принципы и методы.
5. Определение электропроводности материалов. Способы определения непрерывных и дисперсных тел.
6. Магнитные жидкости.
7. Высоконаполненные материалы. Сравнение технологий получения и свойств с аналогичными композиционными материалами.
8. Нанодисперсии (коллоидные и нанодисперсные системы, свойства отличия).
9. Формование микро- и нановолокон в гелях.
10. Электростатическое формование.

Перечень рекомендуемой литературы и пособий

1. Коровин, Н. В. Общая химия /Н. В. Коровин. - М.: Высшая школа, 2007. - 557с.
2. Петров, А. А. Органическая химия /А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Г. Трощенко. - СПб.: Иван Федоров, 2002. - 624 с.
3. Бердоносков, С.С. Химия /С. С. Бердоносков, Е. А. Менделеева. - М.: МАХАОН, 2006. - 367 с.
4. Кочнев, А. М. Физико-химия полимеров /А. М. Кочнев, А. Е. Заикин, С. С. Галибеев. - Казань: ФЭН, 2003. - 512 с.
5. Блиничева, И. Б. Физика и химия волокнообразующих полимеров: учеб. пособие /И. Б. Блиничева, Л. Н. Мизеровский, Л. В. Шарнина. - Иваново: ИГХТУ, 2005. - 376 с.
6. Кулезнев, В. Н. Химия и физика полимеров /В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнева. - М.: КолосС, 2007.
7. Тагер, А. А. Физико-химия полимеров /А. А. Тагер. - М.: Научный мир, 2007.

8. Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения /Ю. Д. Семчиков. - М.: Академия, 2005.
9. Куренков, В. Ф. Практикум по химии и физике высокомолекулярных соединений /В. Ф. Куренков. - М.: КолосС, 2008.
10. Технология полимерных материалов:(синтез,модификация,технологическое оформление, рециклинг, экологические аспекты) /общ. ред. В.К. Крыжановский. - СПб.: Профессия, 2008.
11. Перепелкин, К. Е. Химические волокна: развитие производства, методы получения, свойства, перспективы: монография /К. Е. Перепелкин. - СПб: СПГУТД, 2008. - 354 с.
12. Дружинина, Т. В. Химические волокна: основы получения, методы исследования и модифицирование: учеб. пособие /Т. В. Дружинина. - М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2006. - 472 с.
13. Перепелкин, К. Е. Прошлое, настоящее и будущее химических волокон /К. Е. Перепелкин. - М.: МГТУ, 2004. - 208 с.
14. Перепелкин, К. Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиции /К. Е. Перепелкин. - СПб: НОТ. 2009. - 400 с.
15. Васильев, М. П. Физико-химические основы получения полимерных волокон, их структура и свойства: учеб. пособие /М. П. Васильев, О. И. Начинкин, Л. В. Швагурцева. - СПб.: СПГУТД, 2004. - 200 с.
16. Новые материалы /под науч. ред. Ю.С. Карабасова. - М.: МИСИС, 2002. - 734 с.
17. Волкова, В. Н. Теория систем: учебн. пособие /В.Н. Волкова, А.А. Денисов. - М.: Высш. шк., 2006. - 511 с.
18. Пол Д.Р. Полимерные смеси /Д.Р. пол, К.Б. Бакнелл. - СПб: Научные основы и технологии. - 2009. - Т. 1. - 618 с.
19. Пол, Д.Р. Полимерные смеси /Д.Р. пол, К.Б. Бакнелл. - СПб: Научные основы и технологии. - 2009. - Т. 2. - 606 с.
20. Платэ, Н. А. Макромолекулярные реакции в расплавах и смесях полимеров /Н.А. Платэ, А.Д. Литманович, Я.В. Кудрявцев. - М.: Наука. - 2008. - 380 с.
21. Калыгин, В. Г. Промышленная экология /В. Г. Калыгин. - М.: АСАДЕМА, 2006.
22. Васильев, М. П. Промышленная экология синтетических волокон /М. П. Васильев. - СПб.: СПГУТД, 2009.
23. Виноградов, В. М. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие для вузов /В. М. Виноградов, М. П. Кербер, Г. С. Головкин. - М.: Профессия, 2008. - 560 с.
24. Батаев, А. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение /А. А. Батаев. - М.: Логос, 2006. - 400 с.
25. Берлин, А. А. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология /А. А. Берлин. - СПб: Профессия, 2009. - 560 с.
26. Функциональные наполнители для пластмасс /Под ред. М. Ксантоса. Пер. с англ. под ред. Кулезнева В. Н. - СПб.: Научные основы и технологии, 2010. -462 с.

27. Михайлин, Ю. А. Специальные полимерные композиционные материалы /Ю. А. Михайлин. - СПб.: НОТ, 2008. - 882 с.
28. Михайлин, Ю. А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы /Ю. А. Михайлин. - СПб.: Профессия, 2006. - 624 с.
29. Суздаев, И. И. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов /И. И. Суздаев. - М.: Либроком, 2009. - 592 с.
30. Фенелонов, В. Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов /В. Б. Фенелонов. - Новосибирск: РАН, 2002. - 414 с.
31. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры и нанотехнологии /А. И. Гусев. - М.: Физматлит, 2005. - 210 с.
32. Самонин, В. В. Сорбирующие материалы и изделия, устройства и процессы управляемой адсорбции /В. В. Самонин, М. Л. Подвязников, В. Ю. Никонова. СПб.: Наука, 2009. - 271 с.
33. Васильев, М. П. Коллагеновые нити, волокнистые и пленочные материалы /М. П. Васильев. - СПб.: СПГУТД, 2004. - 397 с.
34. Мелешко, А. И. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты /А. И. Мелешко, С. П. Половников. - М.: САЙНС-ПРЕСС, 2007. - 197 с.
35. Баллюзек, Ф. В. Нанотехнологии для медицины /Ф. В. Баллюзек, А. С. Куркаев, Л. Сенте. - СПб.: Сезам-Принт, 2008. - 103 с.
36. Кричевский, Г. Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды. Издание первое. - М.: 2011. - 528 с.
37. Методы исследования наноструктурных полимерных материалов [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Лысенко А.А., Кузнецов А.Ю. — СПб.: СПбГУПТД, 2017.— 36 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017627, по паролю.
38. Лысенко А. А. Физико-химические основы получения наноструктурных полимерных композиционных материалов и нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Лысенко А. А., Асташкина О. В., Саклакова Е. В., Кузнецов А. Ю. — СПб.: СПГУТД, 2014.— 115 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2161, по паролю.
39. Лысенко А. А. Модификация поверхности полимерных наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Лысенко А. А., Асташкина О. В., Саклакова Е. В. — СПб.: СПбГУПТД, 2016.— 68 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3623, по паролю.
40. Лысенко А. А. Каталитически-активные наноматериалы, получение, свойства. Металлсодержащие углеродные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Лысенко А. А., Асташкина О. В., Саклакова Е. В. — СПб.: СПГУТД, 2016.— 95 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3321, по паролю.
41. Нано- и микропористые полимерные материалы [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Лысенко А. А., Асташкина О. В., Цыбук И. О., Федорова Ю. Е. — СПб.: СПбГУПТД, 2017.— 47 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017598, по паролю.

42. Наноструктурные полимерные материалы [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Васильев М.П. Кузнецов А.Ю. — СПб.: СПбГУПТД, 2017.— 32 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017626, по паролю.

43. Наноструктурные полимерные материалы. Рекомендованная терминология углеродных материалов [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Лысенко А. А., Асташкина О. В., Лысенко В. А. — СПб.: СПГУТД, 2015.— 56 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2920, по паролю.

44. Наночастицы, получение и свойства. Углеродные нанотрубки - свойства и применение [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Лысенко А. А., Асташкина О. В., Саклакова Е. В., Русова Н. В. — СПб.: СПГУТД, 2015.— 74 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2922, по паролю.

45. Тарасова Н.В. Оптические методы исследований наноматериалов и наносистем [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Материаловедение наноматериалов и наносистем»/ Тарасова Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017.— 23 с.

46. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Витязь П.А., Свидунович Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2010.— 302 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>.

47. Нажипкызы М. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нажипкызы М., Бейсенов Р.Е., Мансуров З.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 196 с.

48. Глущенко А.Г. Наноматериалы и нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Глущенко А.Г., Глущенко Е.П.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 269 с.

49. Технологические процессы получения и переработки полимерных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.В. Улитин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 196 с.

50. Солнцев Ю.П. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Солнцев Ю.П., Ермаков Б.С., Пирайнен В.Ю.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017.— 504 с.

51. Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Ю.П. Солнцев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017.— 336 с.