

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**

Статистическая физика макромолекул БЗ.ДВ.1

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Фаткуллин Н.Ф.

**Рецензент(ы):**

Скирда В.Д.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Скирда В. Д.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No 6148114

Казань

2014

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Фаткуллин Н.Ф.  
Кафедра физики молекулярных систем Отделение физики , Nail.Fatkullin@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Статистическая физика макромолекул" является приобретение знаний основ статистической физики макромолекул

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.1 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина "Статистическая физика макромолекул" входит в вариативную часть профессионального цикла (Б3.ДВ.1). Для освоения дисциплины "Статистическая физика макромолекул" необходимы знания дисциплин: основы математического анализа, методов математической физики, классической и квантовой механики, динамики макромолекул. Освоение дисциплины необходимо для изучения дисциплин, связанных с статистической физикой макромолекул, и для успешной профессиональной деятельности.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции                                                                                                                          |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-1<br>(общекультурные компетенции)    | способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук (ОК-1);                     |
| ОК-3<br>(общекультурные компетенции)    | способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОК-3);                                               |
| ПК-1<br>(профессиональные компетенции)  | способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1);                                                              |
| ПК-10<br>(профессиональные компетенции) | способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований (ПК-10).                                              |
| ПК-2<br>(профессиональные компетенции)  | способностью применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);                                                                                     |
| ПК-4<br>(профессиональные компетенции)  | профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-4);                                                                                 |
| ПК-5<br>(профессиональные компетенции)  | способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-5); |
| ПК-6<br>(профессиональные компетенции)  | способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-6);              |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:  
-основы математического аппарата
2. должен уметь:  
проводить простейшие статистические расчеты
3. должен владеть:  
проводить простейшие расчеты, связанные со статистической физикой
4. должен демонстрировать способность и готовность:  
Студент должен знать понятия этого раздела физики, основные уравнения, демонстрировать умение делать простейшие оценки.

**4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).  
 Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.  
 Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.  
 86 баллов и более - "отлично" (отл.);  
 71-85 баллов - "хорошо" (хор.);  
 55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);  
 54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

**4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**  
**Тематический план дисциплины/модуля**

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля                                                                                                                                                       | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                       |         |                    | Лекции                                                            | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Идеальная<br>свободно-сочлененная<br>цепочка. Сегмент<br>Куна. Функция<br>распределения<br>радиуса Флори.<br>Радиус инерции.<br>Радиус Флори.<br>Гидродинамический<br>радиус. | 8       | 1-2                | 3                                                                 | 3                       | 0                      | устный опрос              |

| N   | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля                                                                                                                                                                                  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля             |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                  |         |                    | Лекции                                                            | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                                       |
| 2.  | Тема 2. Проблема<br>объемных<br>взаимодействий.<br>Метод функций<br>Майера. Второй<br>вириальный<br>коэффициент.<br>Тета-температура.<br>Тета-область.<br>Z-фактор набухания<br>Флори. Коэффициент<br>набухания. | 8       | 3-4                | 3                                                                 | 3                       | 0                      | устный опрос                          |
| 3.  | Тема 3. Приближение<br>среднего поля. Число<br>самопересечений<br>идеальной цепочки в d<br>-мерном пространстве.                                                                                                 | 8       | 5-6                | 3                                                                 | 3                       | 0                      | устный опрос                          |
| 4.  | Тема 4.<br>Макромолекула во<br>внешнем сжимающем<br>поле. Статистическая<br>сумма.                                                                                                                               | 8       | 7-8                | 3                                                                 | 3                       | 0                      | устный опрос                          |
| 5.  | Тема 5. Пси -функция.<br>Свободная энергия.<br>Энтропия.                                                                                                                                                         | 8       | 9-10               | 3                                                                 | 3                       | 0                      | устный опрос                          |
| 6.  | Тема 6. Идеальная<br>полимерная цепь в<br>поре. Захват<br>полимерной цепи<br>потенциальной ямой.                                                                                                                 | 8       | 11-12              | 3                                                                 | 3                       | 0                      | устный опрос<br>контрольная<br>работа |
| 7.  | Тема 7. Полимерная<br>глобула,<br>сформированная<br>самосогласованным<br>полем.                                                                                                                                  | 8       | 12-13              | 2                                                                 | 2                       | 0                      | устный опрос                          |
| 8.  | Тема 8. Уравнение для<br>локальной<br>равновесной<br>концентрации.                                                                                                                                               | 8       | 13-14              | 2                                                                 | 2                       | 0                      | устный опрос                          |
| 9.  | Тема 9.<br>Самосогласованное<br>поле.                                                                                                                                                                            | 8       | 14-15              | 2                                                                 | 2                       | 0                      | устный опрос                          |
| 10. | Тема 10. Объемное<br>приближение.                                                                                                                                                                                | 8       | 15-16              | 2                                                                 | 2                       | 0                      | устный опрос                          |
| 11. | Тема 11.<br>Поверхностные<br>эффекты.                                                                                                                                                                            | 8       | 16-17              | 2                                                                 | 2                       | 0                      | устный опрос<br>контрольная<br>работа |

| N   | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля     | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|-----|-------------------------------------|---------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|     |                                     |         |                    | Лекции                                                            | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 12. | Тема 12. Переход<br>клубок-глобула. | 8       | 17                 | 2                                                                 | 2                       | 0                      | устный опрос              |
|     | Итого                               |         |                    | 30                                                                | 30                      | 0                      |                           |

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Идеальная свободно-сочлененная цепочка. Сегмент Куна. Функция распределения радиуса Флори. Радиус инерции. Радиус Флори. Гидродинамический радиус.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Идеальные полимеры. Гибкость цепной молекулы. Модель свободных блужданий без самопересечений. Свободно-сочлененная цепь Куна. Гауссовы цепи. Форма и размеры молекулярного клубка. Одиночная цепь с объемными взаимодействиями. Понятие исключенного объема. Теория Флори.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Определение полимерных систем. Понятие об идеальных полимерах. Определение свободно-сочлененной цепи Куна. Общее понятие теории Флори. Определение функции распределения радиуса Флори, радиуса инерции, радиуса Флори, гидродинамического радиуса.

**Тема 2. Проблема объемных взаимодействий. Метод функций Майера. Второй вириальный коэффициент. Тета-температура. Тета-область. Z-фактор набухания Флори. Коэффициент набухания.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Общая формулировка проблемы объемных взаимодействий. Представление о методе функций Майера. Значение второго вириального коэффициента. Понятия тета-температуры, тета-области, Z-фактора набухания Флори и коэффициента набухания.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Определение тета-температуры, тета-области, Z-фактора набухания Флори и коэффициента набухания.

**Тема 3. Приближение среднего поля. Число самопересечений идеальной цепочки в d-мерном пространстве.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Эволюция полимерных систем в приближении среднего поля. Определение числа самопересечений идеальной цепочки в d-мерном пространстве.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Оценка ограниченности модели модели свободных блужданий без самопересечений.

**Тема 4. Макромолекула во внешнем сжимающем поле. Статистическая сумма.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Основные соотношения для полимерной макромолекулы во внешнем сжимающем поле.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Вывод и анализ следствий из соотношений для полимерной макромолекулы во внешнем сжимающем поле.

**Тема 5. Пси-функция. Свободная энергия. Энтропия.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Понятия пси-функции, свободной энергии и энтропии применительно к полимерным системам.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Энтропийная природа упругости макромолекул.

**Тема 6. Идеальная полимерная цепь в поре. Захват полимерной цепи потенциальной ямой.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Расчет основных уравнений для идеальной полимерной цепи в поре. Потенциальная энергия. Явление захвата полимерной цепи потенциальной ямой.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Оценка потенциальной энергии полимерной цепи в поре.

**Тема 7. Полимерная глобула, сформированная самосогласованным полем.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Полимерная глобула, сформированная самосогласованным полем. Теория перехода клубок-глобула. Постановка задачи. Переход клубок-глобула в длинной цепи.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Решение уравнений для большой полимерной глобулы. Другие результаты для глобулярных и аналогичных им структур.

**Тема 8. Уравнение для локальной равновесной концентрации.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Уравнение для локальной равновесной концентрации. Об условиях существования глобул в растворенном состоянии. Другие возможные внутримолекулярные фазовые переходы.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Уравнение для локальной равновесной концентрации.

**Тема 9. Самосогласованное поле.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие о самосогласованном поле и его влиянии на полимерные цепи.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Расчет основных уравнений для самосогласованного поля.

**Тема 10. Объемное приближение.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие об объемном приближении для полимерной цепи.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Детальное рассмотрение объемного приближения для полимерной цепи.

**Тема 11. Поверхностные эффекты.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие о поверхностных эффектах.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Влияние поверхностных эффектов на поведение полимерной цепи.

**Тема 12. Переход клубок-глобула.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Конформационные превращения в полимерных молекулах. Структура полимерной глобулы. Теория перехода клубок-глобула: объемное и поверхностное приближения.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Использование теории перехода клубок-глобула: объемное и поверхностное приближения.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**



| N  | Раздел<br>Дисциплины                                                                                                                                                                                             | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды<br>самостоятельной<br>работы<br>студентов | Трудоемкость<br>(в часах) | Формы контроля<br>самостоятельной<br>работы |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Идеальная<br>свободно-сочлененная<br>цепочка. Сегмент<br>Куна. Функция<br>распределения<br>радиуса Флори.<br>Радиус инерции.<br>Радиус Флори.<br>Гидродинамический<br>радиус.                            | 8       | 1-2                | подготовка к<br>устному опросу                 | 4                         | устный опрос                                |
| 2. | Тема 2. Проблема<br>объемных<br>взаимодействий.<br>Метод функций<br>Майера. Второй<br>вириальный<br>коэффициент.<br>Тета-температура.<br>Тета-область.<br>Z-фактор набухания<br>Флори. Коэффициент<br>набухания. | 8       | 3-4                | подготовка к<br>устному опросу                 | 4                         | устный опрос                                |
| 3. | Тема 3. Приближение<br>среднего поля. Число<br>самопересечений<br>идеальной цепочки в d<br>-мерном пространстве.                                                                                                 | 8       | 5-6                | подготовка к<br>устному опросу                 | 4                         | устный опрос                                |
| 4. | Тема 4.<br>Макромолекула во<br>внешнем сжимающем<br>поле. Статистическая<br>сумма.                                                                                                                               | 8       | 7-8                | подготовка к<br>устному опросу                 | 4                         | устный опрос                                |
| 5. | Тема 5. Пси -функция.<br>Свободная энергия.<br>Энтропия.                                                                                                                                                         | 8       | 9-10               | подготовка к<br>устному опросу                 | 4                         | устный опрос                                |
| 6. | Тема 6. Идеальная<br>полимерная цепь в<br>поре. Захват<br>полимерной цепи<br>потенциальной ямой.                                                                                                                 | 8       | 11-12              | подготовка к<br>контрольной<br>работе          | 2                         | контрольная<br>работа                       |
|    |                                                                                                                                                                                                                  |         |                    | подготовка к<br>устному опросу                 | 2                         | устный опрос                                |
| 7. | Тема 7. Полимерная<br>глобула,<br>сформированная<br>самосогласованным<br>полем.                                                                                                                                  | 8       | 12-13              | подготовка к<br>устному опросу                 | 4                         | устный опрос                                |
| 8. | Тема 8. Уравнение для<br>локальной<br>равновесной<br>концентрации.                                                                                                                                               | 8       | 13-14              | подготовка к<br>устному опросу                 | 4                         | устный опрос                                |



| N   | Раздел<br>Дисциплины               | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды<br>самостоятельной<br>работы<br>студентов | Трудоемкость<br>(в часах) | Формы контроля<br>самостоятельной<br>работы |
|-----|------------------------------------|---------|--------------------|------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| 9.  | Тема 9.<br>Самосогласованное поле. | 8       | 14-15              | подготовка к устному опросу                    | 4                         | устный опрос                                |
| 10. | Тема 10. Объемное приближение.     | 8       | 15-16              | подготовка к устному опросу                    | 4                         | устный опрос                                |
| 11. | Тема 11.<br>Поверхностные эффекты. | 8       | 16-17              | подготовка к контрольной работе                | 2                         | контрольная работа                          |
|     |                                    |         |                    | подготовка к устному опросу                    | 2                         | устный опрос                                |
| 12. | Тема 12. Переход клубок-глобула.   | 8       | 17                 | подготовка к устному опросу                    | 4                         | устный опрос                                |
|     | Итого                              |         |                    |                                                | 48                        |                                             |

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Виды учебной работы: лекции, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Идеальная свободно-сочлененная цепочка. Сегмент Куна. Функция распределения радиуса Флори. Радиус инерции. Радиус Флори. Гидродинамический радиус.

устный опрос , примерные вопросы:

Определение полимерных систем. Понятие об идеальных полимерах. Определение свободно-сочлененной цепи Куна. Общее понятие теории Флори. Определение функции распределения радиуса Флори, радиуса инерции, радиуса Флори, гидродинамического радиуса.

#### Тема 2. Проблема объемных взаимодействий. Метод функций Майера. Второй вириальный коэффициент. Тета-температура. Тета-область. Z-фактор набухания Флори. Коэффициент набухания.

устный опрос , примерные вопросы:

Общая формулировка проблемы объемных взаимодействий. Представление о методе функций Майера. Значение второго вириального коэффициента. Понятия тета-температуры, тета-области, Z-фактора набухания Флори и коэффициента набухания.

#### Тема 3. Приближение среднего поля. Число самопересечений идеальной цепочки в d-мерном пространстве.

устный опрос , примерные вопросы:

Эволюция полимерных систем в приближении среднего поля. Определение числа самопересечений идеальной цепочки в d-мерном пространстве.

#### Тема 4. Макромолекула во внешнем сжимающем поле. Статистическая сумма.

устный опрос , примерные вопросы:

Макромолекула во внешнем сжимающем поле. Статистическая сумма.

#### Тема 5. Пси-функция. Свободная энергия. Энтропия.

устный опрос , примерные вопросы:

Понятия пси-функции, свободной энергии и энтропии применительно к полимерным системам. Энтропийная природа упругости макромолекул.

**Тема 6. Идеальная полимерная цепь в поре. Захват полимерной цепи потенциальной ямой.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Расчет основных уравнений для идеальной полимерной цепи в поре. Расчет потенциальной энергии.

устный опрос , примерные вопросы:

Явление захвата полимерной цепи потенциальной ямой.

**Тема 7. Полимерная глобула, сформированная самосогласованным полем.**

устный опрос , примерные вопросы:

Полимерная глобула, сформированная самосогласованным полем. Теория перехода клубок-глобула в самосогласованном поле. Постановка задачи. Переход клубок-глобула в длинной цепи.

**Тема 8. Уравнение для локальной равновесной концентрации.**

устный опрос , примерные вопросы:

Уравнение для локальной равновесной концентрации. Об условиях существования глобул в растворенном состоянии. Другие возможные внутримолекулярные фазовые переходы.

**Тема 9. Самосогласованное поле.**

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие о самосогласованном поле и его влиянии на полимерные цепи.

**Тема 10. Объемное приближение.**

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие об объемном приближении для полимерной цепи.

**Тема 11. Поверхностные эффекты.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа по предыдущим темам: Полимерная глобула, сформированная самосогласованным полем. Захват полимерной цепи потенциальной ямой. Уравнение для локальной равновесной концентрации.

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие о поверхностных эффектах.

**Тема 12. Переход клубок-глобула.**

устный опрос , примерные вопросы:

Теория перехода клубок-глобула. Постановка задачи. Переход клубок-глобула в длинной цепи в общем случае.

Примерные вопросы к экзамену:

контрольные работы и зачет

1. Сегмент Куна.
2. Радиус инерции.
3. Функция распределения радиуса Флори.
4. Захват полимерной цепи потенциальной ямой.
5. Радиус Флори.
6. Захват полимерной цепи потенциальной ямой.
7. Гидродинамический радиус.
8. Переход клубок-глобула.
9. Коэффициент набухания (методом функций Майера) .
10. Число самопересечений идеальной цепочки.
11. Коэффициент набухания цепочки (среднее поле).

## 12. Характерные концентрация линейные размеры макромолекулы.

### 7.1. Основная литература:

#### 12 Основная литература

1. Термодинамика и статистическая физика : конспекты лекций и задачи : для студентов физического факультета / Л.К. Аминов ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. ? Казань : Издательство Казанского государственного университета, 2008 .? 179 с. : ил. ; 21 .? Библиогр.: с.162-164, 200.
2. Фазовые переходы полимерных систем во внешних полях / Вшивков С.А., Лань, 2013, 368 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=30431](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=30431)
3. Теоретическая физика. Т.9 Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния. / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.- 4-е изд., стереот.- 2004.- Издательство "Лань" Электронно-библиотечная система. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2235](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2235)

### 7.2. Дополнительная литература:

#### Дополнительная литература

1. Термодинамика : перевод с английского / Р. Кубо ; Под ред. Д. Н.Зубарева, 2.Н. М. Плакиды; Пер. А. Г. Башкирова, Е. Е. Тареевой .? Москва : Мир, 1970 .? 304 с. : ил.2.
- Основы статистической физики: Учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. - 3-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 120 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-010234-4, 300 экз.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=478437>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Институт высокомолекулярных соединений -

<http://imc.macro.ru:8080/web/guest/24;jsessionid=758a85e193ad7ba1bbc8175a5a6b>

Кафедра физики полимеров МГУ - [http://polly.phys.msu.ru/ru/history/history\\_polymer.html](http://polly.phys.msu.ru/ru/history/history_polymer.html)

КАФЕДРА ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИМ. Б.А. ДОГАДКИНА - <http://hfp.mitht.ru/nauchrabot.htm>

Лаборатория полимерных материалов и композитов - <http://nanospheres.ru/>

сайт КФУ -

[http://tulpar.kfu.ru/pluginfile.php/136674/mod\\_resource/content/1/Posobie\\_Rouse\\_model.pdf](http://tulpar.kfu.ru/pluginfile.php/136674/mod_resource/content/1/Posobie_Rouse_model.pdf)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Статистическая физика макромолекул" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебная аудитория для проведения лекционных и семинарских занятий

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Фаткуллин Н.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Скирда В.Д. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.