

*Приложение к приказу первого проректора  
по учебной и научной работе*

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

**Правительство Российской Федерации  
Санкт-Петербургский государственный университет**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
*Физика частично упорядоченных сред*  
*Introduction to physics of soft matter*

**Язык(и) обучения**

Русский

Трудоёмкость (границы трудоёмкости) в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: \_\_\_\_\_

Санкт-Петербург

2016

## Раздел 1. Характеристики учебных занятий

### 1.1. Цели и задачи учебных занятий

Передать студентам общее представление о частично упорядоченных системах (жидкости, аморфные тела, коллоидные растворы, жидкие кристаллы и пр.). Выделить специфические особенности такого рода систем, отличающих их от строго упорядоченных кристаллических сред. Ознакомить с основными классами и подходами в изучении частично упорядоченных систем. Обозначить роль структурных исследований с применением ядерно-физических методов в данных подходах и их комплементарность другим видами исследований. Научить использовать полученные навыки по данной тематике при подготовке магистерской диссертации и в профессиональной деятельности.

### 1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для успешного освоения программы дисциплины «Введение в физику частично упорядоченных сред» студентам необходимо прослушать курсы лекций по общей физике и теоретической физике в рамках образования бакалавра.

### 1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

В результате освоения дисциплины студенты должны:

- выделять основные классы частично упорядоченных сред и знать их практические приложения;
- уметь формулировать физические принципы устойчивости коллоидных систем
- знать общие теоретические и экспериментальные подходы в изучении частично упорядоченных сред;
- уметь интерпретировать экспериментальные данные структурных методов исследования, в том числе ядерно-физических методов, при изучении частично упорядоченных сред;
- знать современную проблематику в исследованиях частично упорядоченных сред.

### 1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

- Семинар – сообщение преподавателя с демонстрацией иллюстративного материала (компьютерная презентация), совместное решение задач и коллективное обсуждение представленного материала (2 часа).
- Практическое занятие в присутствии преподавателя: решение задач, проведение расчетов и построение моделей с использованием специализированных программных сред (2 часа).

## Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

### 2.1. Организация учебных занятий

#### 2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся				
Период обучения (модуль)	Контактная работа обучающихся с преподавателем	Самостоятельная работа	Всех занятий	Трудоёмкость

	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам.раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)	итоговая аттестация (сам.раб.)		
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>																		
<b>очная форма обучения</b>																		
Семестр 1 ( <u>      </u> часы кол. студ.)	42	2						2			14	10		38			60	3
	2-10	2-10						2-10			2-10	2-10		2-10				
<b>ИТОГО</b>	<b>42</b>	<b>2</b>						<b>2</b>			<b>14</b>	<b>10</b>		<b>38</b>			<b>60</b>	<b>3</b>

Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации			
Период обучения (модуль)	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>			
<b>очная форма обучения</b>			
Семестр 3		зачет	

## 2.2. Структура и содержание учебных занятий

**Основной курс      Основная траектория      Очная форма обучения**

Период обучения (модуль): **Семестр 3**

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	<b>КЛАССИФИКАЦИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД</b> 1.1. Ближний и дальний порядок. Твердые и мягкие среды. 1.2. Твердое тело. Жидкость. Аморфное состояние. Мезоморфное состояние. Масштабная инвариантность. 1.3. Объемные и поверхностные наносистемы. Кластеры.	Семинары	2

2	<b>МЕТОДЫ СТРУКТУРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЧАСТИЧНО УПОРЯДОЧЕННЫХ СРЕД</b> 2.1. Структура и динамика частично упорядоченных сред. 2.2. Диапазоны чувствительности различных методов. Пространственное и временное разрешение. 2.3. Возможности компьютерных методов. 2.4. Экспериментальные аспекты структурной диагностики частично упорядоченных сред. Ядерно-физические методы исследования.	Семинары	4
3	<b>КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ</b> 3.1. Основные типы коллоидов. 3.2. Виды взаимодействия в коллоидных системах. 3.3. Физические принципы стабилизации коллоидных растворов. 3.4. Нанодиагностика. 3.5. Применения.	Семинары	4
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
4	<b>ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В РАСТВОРАХ</b> 4.1. Мицеллы. Критическая концентрация мицеллообразования. Основы термодинамики мицеллярных растворов. 4.2. Нанодиагностика мицелл. Потенциалы межмицеллярного взаимодействия. Методы определения критической концентрации мицеллообразования. 4.3. Применение растворов ПАВ.	Семинары	4
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
5	<b>ПОЛИМЕРЫ</b> 5.1. Классификация полимеров. 5.2. Полимеры в растворах и расплавах 5.3. Твердые полимеры 5.4. Применения	Семинары	4
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
6	<b>НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b> 6.1. Производство наночастиц. 6.2. Углерод и кремнийсодержащие наноматериалы. 6.3. Жидкие дисперсии наночастиц. 6.4. Нанокпозиционные материалы.	Семинары	4
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
7	<b>МАГНИТНЫЕ КОЛЛОИДЫ</b> 7.1. Магнитные жидкости. Физические	Семинары	4

	<p>принципы обеспечения устойчивости. Основы магнитной гидродинамики.</p> <p>7.2. Реологические магнитные суспензии.</p> <p>7.3. Магнитные полимеры.</p> <p>7.4. Нанодиагностика</p> <p>7.5. Применения</p>	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
8	<p><b>ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ</b></p> <p>8.1. Типы жидких кристаллов</p> <p>8.2. Основы термодинамики жидких кристаллов. Жидкокристаллические структурные переходы.</p> <p>8.3. Ферронематики.</p> <p>8.4. Нанодиагностика.</p> <p><b>8.5.</b> Применения.</p>	Семинары	4
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
9	<p><b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ МАКРОМОЛЕКУЛЫ</b></p> <p>9.1. Белки.</p> <p>9.2. Нуклеотидные комплексы.</p> <p><b>9.3.</b> Липидные мембраны.</p>	Семинары	4
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
10.	<p><b>АДСОРБЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ</b></p> <p>10.1. Границы раздела фаз. Виды адсорбции.</p> <p>10.2. Термодинамика границ раздела.</p> <p>10.3. Явления на свободных поверхностях.</p> <p>10.4. Пористые материалы.</p> <p>10.5. Нанодиагностика границ раздела.</p> <p>10.6. Практическое использование адсорбционных явлений на границах раздела фаз.</p>	Семинары	4
11	<p><b>СТЕКЛА</b></p> <p>11.1. Время релаксации. Температура стеклования.</p> <p>11.2. Основы термодинамики стекол. Равновесная и неравновесная нуклеация.</p> <p>11.3. Теория нуклеации в описании стеклования.</p> <p>11.4. Структура и динамика стекол по данным методов рассеяния.</p>	Семинары	4

### Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

#### 3.1. Методическое обеспечение

##### 3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Семинарские занятия проводятся в виде интерактивных лекций с подготовленными слайдовыми презентациями.

Студенты обеспечиваются ксеркопиями рисунков и других фрагментов курса лекций

### 3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Для самостоятельной работы студенты должны обеспечиваться:

- перечнем заданий для самостоятельной работы;
- методическими указаниями для использования программных продуктов при выполнении заданий.

### 3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Постоянный контроль навыков решения задач осуществляется в форме домашних работ, осуществляемых в учебной группе. Варианты для контрольных работ составляются из задач, предлагаемых студентам для самостоятельного решения и разбора на семинарских занятиях.

Текущий контроль – письменный опрос на занятиях под руководством преподавателя. Письменный опрос проводится в начале занятий в течение 10–15 минут по вопросам из пройденного материала с целью определения проблемных вопросов, тем и разделов курса, а также степени освоения курса студентами.

Промежуточный контроль – зачет в конце курса.

Зачет проводится в устной форме.

Экзаменационный билет содержит два вопроса, на каждый из которых студент должен привести развернутый конспект с планом ответа, необходимыми определениями, иллюстрациями, формулами и зависимостями. В устной форме студент, пользуясь конспектом, должен связно и исчерпывающе изложить содержание ответа.

В ходе ответа преподавателем могут быть заданы студенту уточняющие вопросы по билету. На подготовку конспекта ответа по билету отводится не более 1 часа, на обдумывание ответа на дополнительные вопросы не более 10 минут на каждый. В общей сложности ответ студента не должен превышать 40 минут без учета времени на обдумывание дополнительных вопросов.

### 3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Оценка "отлично" выставляется за грамотный, исчерпывающий ответ на два основных и дополнительные вопросы. За время ответа студент должен показать свободное владение материалом, изложенным на занятиях и полученным из дополнительных источников, понимание физического смысла и границ применимости законов и зависимостей, проявить способность к самостоятельному анализу физических явлений.

Оценка "хорошо" выставляется за грамотный ответ на два основных и один из дополнительных вопросов. За время ответа студент должен показать владение материалом, изложенным на занятиях, понимание физического смысла и границ применимости законов и зависимостей, проявить способность к самостоятельному анализу физических явлений.

Оценка "удовлетворительно" выставляется за полный ответ на два основных или один основной и два дополнительных вопроса. За время ответа студент должен показать владение материалом, изложенным на занятиях, понимание физического смысла и границ применимости законов и зависимостей.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется за ответ, не отвечающий выше перечисленным критериям.

#### **Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации студентов.**

1. Ближний и дальний порядок. Твердые и мягкие среды. Твердое тело. Жидкость. Аморфное состояние. Мезоморфное состояние. Масштабная инвариантность. Кластеры.
2. Структура и динамика частично упорядоченных сред. Диапазоны чувствительности различных методов. Пространственное и временное разрешение. Возможности компьютерных методов. Роль ядерно-физических методов в исследованиях частично упорядоченных сред.
3. Основные типы коллоидных систем и виды взаимодействия в них. Физические принципы стабилизации коллоидных растворов. Нанодиагностика и применения коллоидных систем.
4. Поверхностно-активные вещества в растворах. Мицеллы. Критическая концентрация мицеллообразования. Термодинамика мицеллярных растворов.
5. Нанодиагностика мицелл в растворах ПАВ. Потенциалы межмицеллярного взаимодействия. Методы определения критической концентрации мицеллообразования. Применения растворов ПАВ.
6. Классификация полимеров. Полимеры в растворах и расплавах. Твердые полимеры. Применения полимеров.
7. Наноструктурированные материалы. Производство наночастиц. Углерод и кремнийсодержащие наноматериалы.
8. Жидкие дисперсии наноструктурированных материалов. Наномпозиционные материалы.
9. Магнитные жидкости и физические принципы обеспечения устойчивости. Основы магнитной гидродинамики. Реологические магнитные суспензии.
10. Магнитные полимеры. Нанодиагностика и применения магнитных коллоидов.
11. Типы жидких кристаллов. Термодинамика жидких кристаллов. Жидкокристаллические структурные переходы.
12. Ферронематики. Нанодиагностика и применения жидких кристаллов.
13. Биологические макромолекулы. Белки. Нуклеотидные комплексы. Липидные мембраны.
14. Границы раздела фаз. Виды адсорбции. Термодинамика границ раздела. Явления на свободных поверхностях.
15. Пористые материалы. Нанодиагностика границ раздела. Практическое использование адсорбционных явлений на границах раздела фаз.
16. Стекла. Время релаксации. Температура стеклования. Термодинамика стекол. Равновесная и неравновесная нуклеация.
17. Теория нуклеации в описании стеклования. Структура и динамика стекол по данным методов рассеяния.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

#### **Анкета-отзыв на дисциплину «Структура систем с развитой поверхностью»**

Просим Вас заполнить анкету-отзыв по прочитанной дисциплине. Обобщенные данные анкет будут использованы для ее совершенствования. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (**обведите** выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий \_\_\_\_\_

2. Насколько Вы удовлетворены общим стилем преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий \_\_\_\_\_

3. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий \_\_\_\_\_

4. Какой из модулей (разделов) дисциплины Вы считаете наиболее полезным, ценным с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?

Комментарий \_\_\_\_\_

5. Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?

Комментарий \_\_\_\_\_

СПАСИБО!

### **3.2. Кадровое обеспечение**

3.2.1 Образование и (или) квалификация преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень и/или ученое звание, имеющие опыт планирования и организации учебного процесса, а также главные и ведущие специалисты в этой области.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Требования не предъявляются

### **3.3. Материально-техническое обеспечение**

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, интерактивная доска др. оборудование или компьютерный класс.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Для проведения занятия необходимы: видеопроектор, ноутбук, переносной экран. В компьютерном классе должны быть установлены средства MS Office 2007: Word, Excel, PowerPoint и др. (допустима версия MS Office 2003).

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Рабочие места преподавателя и студентов должны быть оснащены оборудованием не ниже: Pentium III-800/ОЗУ-256 Мб / Video-32 Мб / Sound card – 16bit /Headphones / HDD 80 Гб / CD-ROM – 48x / Network adapter – 10/100/ Мбс / SVGA – 19”

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения



Каждый обучающийся во время занятий и самостоятельной подготовки должен быть обеспечен рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет и корпоративную сеть факультета.

### 3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Фломастеры цветные, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски, флеш-накопители и др. в объёме, необходимом для организации и проведения занятий, по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки.

## 3.4. Информационное обеспечение

### 3.4.1 Список обязательной литературы

1. М.Клеман, О.Д.Лаврентович, Основы физики частично упорядоченных сред: жидкие кристаллы, коллоиды, фрактальные структуры, полимеры и биологические объекты; пер. Е.Б.Логинов, Б.И.Островский, Б.В.Петухов, В.А.Чижиков; ред. пер. С. А. Пикин, В. Е. Дмитриенко. - М. : Физматлит, 2007. - 679 с.
2. Б.Д.Сумм, Коллоидная химия: учебник. 4-е изд., перераб. - М. : Academia, 2013. - 239 с.
3. Д.А.Фридрихсберг, Курс коллоидной химии : учебник. 4-е изд., испр. и доп. - СПб. Лань: 2010. - 416 с.
4. А.А. Елисеев, А.В. Лукашин, Ю.Д. Третьяков. Функциональные наноматериалы. Москва, Физматлит, 2010, 456 с.
5. Д.И.Рыжонков, В.В.Лёвина, Э.Л.Дзидзигури, Наноматериалы : учебное пособие; М. : Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 366 с.
6. И.П.Суздалев, Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. — М.: КомКнига, 2006. — 592 с.

### 3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Е.Д.Щукин, А.В.Перцов, Е.А.Амелина, Коллоидная химия : учебник для студентов вузов / - 5-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2007. - 444 с.
2. А.А.Шершавина, Физическая и коллоидная химия. Методы физико-химического анализа : учебное пособие. /. - М. : Новое знание, 2005. - 800 с.
3. М.И.Гельфман, О.В.Ковалевич, В.П.Юстратов, Коллоидная химия / - 3-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2005. - 333 с.
4. Н.А.Григорьева, А.В.Петухов, Г.Я.Вруге, Неразрушающие методы исследования структуры наноматериалов. Учебно-методическое пособие, С.-Петербург, изд. «СОЛО», 2011, 79с.
5. Ч.Пул, М.Оуэнс, Нанотехнологии. М.: Техносфера (серия «Мир материалов и технологий»), 2006. 336 с.
6. W.Norde, Colloids and Interfaces in Life Sciences / - New York ; Basel : Marcel Dekker, Inc., 2003. - 433 p.
7. Т.А.Witten, Р.А.Pincus, Structured Fluids. Polymers, Colloids, Surfactants / - Oxford : Oxford University Press, 2004. - 216 p.

### 3.4.3 Перечень иных информационных источников

Не предусмотрено

## Раздел 4. Разработчики программы

---

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация (служебный адрес электронной почты, служебный телефон)
Авдеев Михаил Васильевич	д.ф.-м.н.	-	профессор	m.avdeev@spbu.ru +8-915-2303846