

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Василий З.О. Ф.И.О.

20.04.2018 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая кинетика

(наименование дисциплины)

Основной профессиональной образовательной программы

академического бакалавриата

(академического (ой)/прикладного (ой) бакалавриата/магистратуры)

03.03.02 «Физика»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

(наименование профиля подготовки (при наличии))

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

(очная, заочная)

МАГАС, 2018 г.

Составители рабочей программы
профессор кафедры теор.физики, к.ф.-м. /  - Ахриев А.С./

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры теоретической физики

Протокол заседания № 9 от « 14 » мая 2018г.

Заведующий кафедрой
 / проф. Ахриев А.С./

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом физико-математического факультета.

Протокол заседания № 9 от « 16 » мая 2018г.

Председатель учебно-методического совета

 / проф. Танкиев И.А. /

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

протокол № 9 от « 24 » мая 2018г.

Председатель Учебно-методического совета университета  / проф. Хашагульгов Ш.Б./

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Физика твердого тела, физика полимеров и физическая кинетика в частности, интересуют связь между строением и свойствами вещества. Любые твердые тела, в том числе и полимеры, представляют собой системы, в которых можно выделить ряд важнейших подсистем (решетка, молекулы, атомные ядра, система электронов, система спинов и др.) Хотя указанные подсистемы связаны между собой, воздействия на твердые тела различных силовых полей (механических, электрических и магнитных) вызывают раздельное проявление их особенностей.

Полимеры в настоящее время используются не только как конструкционные материалы, но также являются диэлектриками, проводниками, полупроводниками и сверхпроводниками. Это объясняется структурой полимерных молекул.

Все эти свойства используются в народном хозяйстве. Наиболее высокая вероятность получения сверхпроводников при высоких температурах это полимерные материалы.

В курсе будут рассмотрены: термодинамика и статистическая физика полимеров и ориентированные состояния полимеров; особенности взаимосвязи строения структуры и физических свойств полимеров.

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Физическая кинетика является базовой дисциплиной Б1.Б.8.7

При изучении физической кинетики используются знания:

- а) по всему объему общей физики (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика);
- б) разделы теоретической физики: теоретическую механику, электродинамику основные положения квантовой механики, термодинамику и статистическую физику, физическую кинетику;
- в) основные сведения из математического анализа, т.е. умение дифференцирования, интегрирования, методы решения дифференциальных уравнений обыкновенных и в частных производных, теория вероятности, математическая статистика, аналитическая геометрия, высшая алгебра.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Физическая кинетика» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Физическая кинетика»	Семестр
Б1.Б.4.1	Мат.анализ	1,2,3
Б1.Б.4.2	Аналитическая геометрия и линейная алгебра	1,2
Б1.Б.4.4	Диф.уравнения	3
Б1.Б.4.6	Теория вероятности и математическая статистика	5
Б1.Б.7	Физика	1,2,3,4,5,6
Б.1Б.8.1	Теоретическая механика. Механика сплошных сред	4,5

Б.1.Б.8.3	Квантовая теория	7
Б.1.Б.8.6	Статистическая физика	7

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Физическая кинетика» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Физическая кинетика»	Семестр

Таблица 2.3.

Связь дисциплины «Физическая кинетика» со смежными дисциплинами

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Физическая кинетика»	Семестр
Б.1.В.ОД.8	Методы исследования твердых тел	8

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих обще профессиональных и профессиональных компетенций:

ОПК-1: способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);

ОПК-3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение профессиональных задач;

ПК-2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе (ОПК-1), физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и

термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики (ОПК-3); выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований (ПК-2); уметь: использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивать достоверность полученного решения задачи; оценивать различные методы решения задач и выбирать оптимальный метод, применять компьютерные математические программы при решении задач; разрабатывать модели реальных процессов и ситуаций(ОПК-1); использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. (ОПК-3); выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований (ПК-2); Владеть: навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания.(ОПК-1); навыками физических исследований навыками физических исследований (ОПК-3); знаниями и навыками для применения современной приборной базы на уровне, необходимой для постановки и решения задач, имеющих естественно-научное направление. (ПК-2)

Таблица 3.1.

Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплин «Физическая кинетика», с временными этапами освоения ее содержания

Коды компетенций (ФГОС)	Компетенция	Семестр и неделя изучения
ОПК-1	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	7
ОПК-3	способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение профессиональных задач	7
ПК-2	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы(в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	7

Согласно уровням квалификаций, утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 апреля 2013г. № 148-нз, подготовка выпускника академического бакалавриата по направлению «Математика» соответствует 6-му уровню квалификации. Показатели уровня квалификации при профессиональной деятельности представлены в таблице 3.2.

Эти обобщенные требования можно детализировать в совокупности квалификационных требований, разбитых в соответствии с различными уровнями ее проявления (табл.3.3.-3.5).

Таблица 3.2.

Уровни проявления компетенции ОПК-1, формируемой при изучении дисциплины «Физическая кинетика» в форме признаков профессиональной деятельности

Квалификационное требование (признак профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенции на разных уровнях
способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук	Высокий уровень компетентности	использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах способности изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке
	Базовый уровень компетентности	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке
	Минимальный уровень компетентности	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете

		и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке
--	--	--

Таблица 3.3

**Уровни проявления компетенции ПК-2, формируемой при изучении дисциплины
«Физика полимеров» в форме признаков профессиональной деятельности**

Квалификационное требование (признак профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенции на разных уровнях
1. способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Высокий уровень компетентности	Способность использовать физические методы в постановке естественно-научных задач
	Базовый уровень компетентности	Способность сопоставлять экспериментальные методы и информационные технологии применяемые для решения естественно-научных задач
	Минимальный уровень компетентности	Способность систематизировать имеющиеся методы постановки естественно-научных задач

Таблица 3.4

**Уровни проявления компетенции ОПК-3, формируемой при изучении дисциплины
«Физическая кинетика» в форме признаков профессиональной деятельности**

Квалификационное требование (признак профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенции на разных уровнях
способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Высокий уровень компетентности	оценивает достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод; применяет компьютерные математические программы при решении задач; разрабатывает модели реальных процессов и ситуаций.
	Базовый уровень компетентности	понимает связи между различными физическими понятиями и явлениями
	Минимальный уровень компетентности	дает определения основных понятий и явлений физики

**Описание задач освоения дисциплины,
соотнесенных с планируемыми целями освоения образовательной программы в
форме признаков проявления компетенций**

Таблица 3.5.

**Признаки общепрофессиональной деятельности, уровни проявления и знаниевая база в привязке к компетенции ОПК-1, формирующейся при изучении дисциплины
«Физическая кинетика»**

Квалификационные требования (признаки профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенций	Знать	Уметь	Владеть
способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные	Высокий уровень компетентности	использовать в профессиональной деятельности	Знает физические основы механики,	Умеет использовать теоретиче	Владеет навыками физических исследований

знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии)		базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах, способность изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе	ские знания при объяснении и результатов в экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод	ий, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания
	Базовый уровень компетентности	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн,	Умеет использовать теоретические знания при объяснении и результатов в эксперименте	Владеет навыками физических исследований, владеет разными способами представления физическо

		предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке	основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает связи между различными физическими понятиями	нтов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.	й информации
	Минимальный уровень компетентности	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной	Умеет использовать теоретические знания при объяснении и результатов экспериментов	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики

		естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке	физики		
--	--	--	--------	--	--

Таблица 3.6

Признаки профессиональной деятельности, уровни проявления и знаниевая база в привязке к компетенции ПК-2, формирующейся при изучении дисциплины «Физическая кинетика»

Квалификационные требования (признаки профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенций	Знать	Уметь	Владеть
способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Высокий уровень компетентности	Способность использовать физические методы в постановке естественно-научных задач	Владеет современными методами, методологией научно-исследовательской деятельности в области математики, демонстрирует понимание общей структуры данной дисциплины и взаимосвязи между подчиненными ей дисциплинами.	Умеет системно анализировать информацию, сопоставлять, делать выводы	Знает особенность и современного этапа развития образования в мире, этапы развития математики.
	Базовый уровень			Умеет проиллюстрировать	

	компетентности	Способность сопоставлять экспериментальные методы и информационные технологии применяемые для решения естественно-научных задач	Владеет концептуальной основой для осмысления роли математик и в жизни общества, способами определения роли научных школ и направлений с целью систематизации достижений научной мысли	трировать имеющиеся закономерности, связи и компоненты изучаемого явления	Знает основные обстоятельства и условия зарождения и становления математик и, цели и задачи, объект и предмет науки
	Минимальный уровень компетентности	Способность систематизировать имеющиеся методы постановки естественно-научных задач	Владеет методами анализа и синтеза информации, оценки значимости и изучаемого вопроса	Умеет ориентироваться в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.)	Знает основные сведения о вкладе отечественных ученых в развитие математик и. Знает цели и задачи, объект и предмет науки.

--	--	--	--	--	--

Таблица 3.7

Признаки профессиональной деятельности, уровни проявления и знаниевая база в привязке к компетенции ОПК-3, формирующейся при изучении дисциплины «Физическая кинетика»

Квалификационные требования (признаки профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенций	Знать	Уметь	Владеть
способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение профессиональных задач	Высокий уровень компетентности	Способность использовать физические методы в постановке естественно-научных задач	Владеет современными методами, методологией научной исследовательской деятельности в области математик и, демонстрирует понимание общей структуры данной дисциплины и взаимосвязи между подчиненными ей дисциплинами.	Умеет системно анализировать информацию, сопоставлять, делать выводы	Знает особенности и современного этапа развития образования в мире, этапы развития математик и.
	Базовый уровень компетентности	Способность сопоставлять экспериментальные методы и информацию	Владеет концептуальной основой для осмыслен	Умеет проиллюстрировать имеющиеся закономерности, связи и	Знает основные обстоятельства и условия зарождения

		нные технологии применяемы е для решения естественно-научных задач	ия роли математик и в жизни общества, способами определения роли научных школ и направлений с целью систематизации достижений научной мысли	компоненты изучаемого явления	я и становления математики, цели и задачи, объект и предмет науки
	Минимальный уровень компетентности	Способность систематизировать имеющиеся методы постановки естественно-научных задач	Владеет методами анализа и синтеза информации, оценки значимости и изучаемого вопроса	Умеет ориентироваться в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.)	Знает основные сведения о вкладе отечественных ученых в развитие математики. Знает цели и задачи, объект и предмет науки.

Объем дисциплины и виды учебной работы

	Всего	Порядковый номер семестра			
		8			
Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе:	4				
Курсовой проект (работа)					
Аудиторные занятия всего (в акад. часах), в том числе:	60	60			
Лекции	20	20			
Практические занятия, семинары	40	40			
Лабораторные работы					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2			
Самостоятельная работа всего (в акад. часах), в том числе:	57	57			
Вид итоговой аттестации:					
Зачет/дифф.зачет					
Экзамен		+			
Контроль	27				
Общая трудоемкость дисциплины (часах)	144	144			

Распределение часов дисциплины (по темам и видам работ).

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Ауд.зан. (Л)	Практ. (П)	СР
1.	Основное уравнение термодинамики неравновесных процессов. Уравнение баланса. Закон сохранения различных физических величин.	14	2	4	8
2.	Уравнение производства энтропии и её производство в однородном твердом теле. Устойчивость стационарных состояний, принцип Ле Шателье. Невозможность упорядочения в области линейных необратимых процессов.	14	1	4	8
3.	Термоэлектрические явления. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Эффект Томсона	6	1		4
4.	Термомеханические и механокалорические эффекты.	6			6
5.	Характерные времена релаксации для изучения броуновского движения.	11	1	4	8
6.	Плотность изображающих точек или функция	13	1	4	8

	распределения неравновесного состояния. Цепи Маркова. Принцип детального равновесия.				
7.	Уравнение Ланжевена. Связь между В и D. Соотношение Эйнштейна.	14	2	4	8
8.	Основная задача броуновского движения. Вычисление плотности $q(x)$ в момент t_0 в состоянии $q(x)=q$ в момент t (Уравнение Смолуховского).	14	2	4	8
9.	Уравнение Эйнштейна – Фоккера - Планка	6	2	4	
10.	Формула Найквиста. Неравновесная функция распределения	6	2		4
11.	Точные решения для функции распределения. Цепочка уравнений Боголюбова.	6	2	4	
12.	Кинетические уравнение самосогласованного поля. Уравнение Власова.	8	2	2	4
13.	Газокинетические уравнение Больцмана.	6	1	4	
14.	H- теорема Больцмана. Связь H- теоремы с энтропией.	3			3
15.	Теория флуктуации. Расчет функции энергии малой подсистемы заданного объема в термостате, когда к ней применимо каноническое распределение.	8	1	4	2
16.	Ограничение точности пружинных весов за счет флуктуаций.	2		2	2
17.	Флуктуации основных термодинамических параметров. Принцип Больцмана. Итого:	4 60			4 57

Практические занятия.

Физическая кинетика.

1. Найти производство энтропии при процессе перехода теплоты от одного тела к другому.
2. Определить производство энтропии в электрической цепи.
3. Рассмотреть применение принципа Ле Шателье для случая стационарного состояния при термодиффузии.
4. Выразить коэффициенты Пельте, Томпсона и термоэлектродвижущие силы через поток энтропии, вызванные движением заряженных частиц.
5. Вычислить среднюю энергию, переносимую молекулами газа Кнудсена при прохождении через малые отверстия, соединяющие два резервуара с газом.
6. Для системы с фиксированным числом частиц получить оценку для дисперсии температуры ($\Delta\Theta^2$) при условии $V=\text{const}$ и $P=\text{const}$.
7. Оценить ЭДС шума сопротивления в полосе частот $\Delta\omega$, используя в качестве схемы модель замкнутого (или разомкнутого) сопротивления.
8. С помощью кинетического уравнения с релаксационным членом оценить коэффициент диффузии в приближении постоянной величины времени свободного пробега τ .
9. Исходя из уравнения Эйнштейна-Фоккера-Планка, определить средний квадрат смещения броуновской частицы, находящейся в поле силы тяжести.
10. Частицы диффундируют в стационарном режиме через одномерный потенциальный барьер $U(x)$. Найти плотность потока частиц, если известна плотность числа частиц в сечениях x_1 и x_2 .

11. Легкий маятник совершает случайные колебания под действием ударов молекул воздуха. Длина маятника L , масса m , случайный угол отклонения от вертикали φ . Найти $\langle \varphi^2 \rangle$ и $\langle \varphi^4 \rangle$, считая средние отклонения маятника малыми.
12. Найти среднеквадратичную флуктуацию дипольного момента газа, состоящего из жестких электрических диполей.

Контрольные вопросы.

1. Основное уравнение термодинамики неравновесных процессов.
2. Уравнение баланса. Закон сохранения различных физических величин.
3. Уравнение производства энтропии и её производство в однородном твердом теле.
4. Соотношение взаимности Онзагера.
5. Устойчивость стационарных состояний, принцип Ле Шателье. Невозможность упорядочения в области линейных необратимых процессов.
6. Термоэлектрические явления. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.
7. Термомеханические и механокалорические эффекты
8. Характерные времена релаксации для изучения броуновского движения.
9. Плотность изображающих точек или функция распределения неравновесного состояния. Цепи Маркова.
10. Уравнение Смолуховского.
11. Принцип детального равновесия.
12. Уравнение Ланжевена.
13. Связь между B и D . Соотношение Эйнштейна.
14. Основная задача броуновского движения. Вычисление плотности вероятности произвольной обобщенной координаты.
15. Определение плотности вероятности перехода системы из состояния $q(x)$ в момент t_0 в состояние $q(x)=q$ в момент t (Уравнение Смолуховского).
16. Уравнение Эйнштейна – Фоккера – Планка.
17. Формула Найквиста.
18. Неравновесная функция распределения.
19. Точные решения для функции распределения. Цепочка уравнений Боголюбова.
20. Кинетические уравнение самосогласованного поля. Уравнение Власова.
21. Газокинетические уравнение Больцмана.
22. H- теорема Больцмана. Связь H- теоремы с энтропией.
23. Теория флуктуации. Расчет функции энергии малой подсистемы заданного объема в термостате, когда к ней применимо каноническое распределение.
24. Ограничение точности пружинных весов за счет флуктуаций.
25. Флуктуации основных термодинамических параметров. Принцип Больцмана.

Основная литература.

1. Поликонденсационные реакции и полимеры, Микитаев А. К. Нальчик.: 2007
2. Электрические свойства полимеров Э. Р. Блайт, Д. Блур, М.: ФИЗМАТЛИТ 2008
3. Структура полимеров от молекул до наноансамблей, Интеллект, Долгопрудный 2009
4. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики. А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов «Интеллект» 2010

Дополнительная литература.

1. Неравновесная термодинамика и физическая кинетика. И. П. Базаров, Э. В. Геворян, П. Н. Николаев. – М.: Изд-во МГУ. 1989.
2. Статистическая механика Керзон Хауанг, перевод с английского Н. М. Плакиды и В. Т. Хозяинова. Изд – во «МИР» 1966.
3. Статистическая физика в полимерах Г. Шиллинг, перевод с немецкого А. Ф. Дите, М. С. Кагана. Изд – во «МИР» 1976.
4. Физическая кинетика Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский изд- во «Наука» М.: 1979.
5. Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика. Ю.Б. Румер, М. Ш. Рывкин изд – во «Наука М.: 1977.
6. Теория равновесных систем И. А. Квасников изд – во «Едиториал УРСС» М.: 2002
7. Теория равновесных систем И. А. Квасников изд – во «Едиториал УРСС» М.: 2002

Электронные ресурсы

1. <http://www.ph4s.ru/books/kinetika/belinicher.rar>
2. <http://elibrary.ru/item.asp?id=152588591>
3. <http://elibrary.ru/item.asp?id=15258859>