



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологий

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

(подпись) А.И. Александров

31 августа 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

ФИЗИКА ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Материалы микро- и наносистемной техники



1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) «Физика жидких кристаллов» являются последовательное изложение феноменологической теории, методов, с помощью которых эта теория работает, и применение ее к объяснению интересных и практически важных эффектов в жидких кристаллах. Кроме того, рассматривается структура и статистическая симметрия жидких кристаллов, основы микроскопической теории мезофаз, выработка умения использовать полученные знания для определения типов мезофаз, исследования структуры и свойств жидкокристаллических объектов.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина является дисциплиной по выбору; относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности студентов к освоению следующих дисциплин: Материаловедение наноструктурированных материалов, наноматериалы в электронике, методы анализа и контроля наноструктурированных материалов, прохождению учебной и преддипломной практик, научно-исследовательской работе.

Студент, приступающий к изучению дисциплины, должен обладать знаниями, умениями и навыками, полученными ранее в ходе изучения дисциплин Физика, Физика конденсированного состояния вещества (раздел физическая кристаллография).

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: основы курсов общей физики, строение твердых и жидких тел, основы общей химии (строение атома, типы химических связей)

Уметь: пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и принципами физики.

Иметь: практический опыт/Иметь навыки: владения математическим аппаратом физики (вычисление производных и интегралов, решение обыкновенных линейных и дифференциальных уравнений, операции с векторами и матрицами), навыками работы с физическими приборами.

Материал курса может служить ориентиром при изучении ряда специальных дисциплин, таких как физика поверхности, компоненты микро- и наносистемной техники, технология компонентов микро-и наносистемной техники, методы анализа и контроля наноструктурированных материалов.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина (согласно матрице соответствия компетенций и составляющих ОП)

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

а) универсальные (УК):

б) общепрофессиональные (ОПК):

в) профессиональные (ПК):

ПК-1. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом знаний теоретических и прикладных основ материаловедения, микромеханики и сопромата

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: принятые классификации ЖК, феноменологические и микроскопические теории ЖК состояния, физические свойства мезоморфных веществ, методы их исследования и возможные области применения жидких кристаллов. Иметь представление об особенностях жидкокристаллического состояния у



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

различных веществ, методы экспериментальных исследований структуры и свойств жидких кристаллов (ПК-1)

Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую физическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, классификацией ЖК для описания типа мезофазы, ее структуры и физических свойств жидкокристаллических веществ; прогнозировать на основе имеющихся теоретических знаний появление типа мезофазы и наличие определенных физических свойств; использовать полученные теоретические знания для изучения структуры и свойств жидкокристаллических веществ. (ПК-1)

Иметь практический опыт/Иметь навыки: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации, поляризационно микроскопическими и дифракционными методами исследования структуры ЖК объектов, методиками изучения физических свойств ЖК.(ПК-1)

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 академических часов).

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной/заочной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам): (зачет, экзамен, курсовая работа, курсовой проект)
				Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	
1	Введение. Жидкокристаллическое состояние вещества. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы (ЖК). Классификация термотропных жидких кристаллов. Их идентификация. Особенности молекулярной структуры ЖК. Точечная и статистическая симметрия жидких кристаллов.. Межмолекулярные силы.	5,	1,	4		
2	Феноменологические теории жидких кристаллов (теория роев и теория континуума). Теория упругости Статистическая теории упорядочения в нематиках: приближение Онсагера, теория самосогласованного поля Майера-Заупе. Применение теории Майера-Заупе для описания холестерических и смектических	5	2-4	6	4(лабораторная работа)	Отчеты по лабораторным работам



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

	ЖК.					
3	Дефекты в ЖК: классификация: точечные, дисклинации, стенки, конфокальные домены. Особенности дефектов в различных типах ЖК.	5	5-6	4	4 (лабораторное занятие)	
4	Ориентационные эффекты в ЖК: влияние опорных поверхностей. Твист-структура. Влияние магнитного и электрического полей. Переход Фредерикса.	5	7-8	4	4 (лабораторное занятие)	
5	Диэлектрические свойства жидких кристаллов.	5	9	2	4 (лабораторное занятие))	
6	Неустойчивости в электрических полях	5	10	2	4 (лабораторное занятие)	
7	Оптические и электрооптические свойства ЖК.	5	11-12	4	4 (лабораторное занятие)	
8	Фазовые переходы в ЖК	5	13	2	4 (лабораторное занятие)	
9	Методы исследования физических свойств и структуры жидких кристаллов	5	14	2		Доклады по типам жидкокристаллических структур и применению жидких кристаллов
10	Лиотропные и дискотические ЖК: классификация, структура	5	15-16	4	4 (практическое занятие)	
11	Жидкокристаллические полимеры	5	17	2		
12	Применение жидких кристаллов	5	18	2		
	Контроль	5				Зачет
ИТОГО 108 часов, из них				36	32	

4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

Разделы курса

1. Введение. Жидкокристаллическое состояние вещества. Структура и классификация жидких кристаллов.
2. Феноменологические теории жидких кристаллов. Теория упругости. Микроскопическая теория Майера-Заупе.
3. Дефекты в жидких кристаллах.
4. Ориентационные эффекты в ЖК:
5. Диэлектрические свойства
6. Неустойчивости в электрических полях.
7. Оптические и электрооптические свойства ЖК.



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

8. Фазовые переходы
9. Лиотропные ЖК. Дискотические ЖК
10. Жидкокристаллические полимеры.
11. Физические методы исследования ЖК
12. Применение жидких кристаллов.

Краткое содержание разделов

1. Введение. Жидкокристаллическое состояние вещества. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы (ЖК). Классификация термотропных жидких кристаллов. Их идентификация. Особенности молекулярной структуры ЖК. Точечная симметрия жидких кристаллов. Статистическая симметрия. Межмолекулярные силы.
2. Феноменологические теории жидких кристаллов (теория роев и теория континуума). Теория упругости. Тензорный параметр порядка. Основные уравнения гидродинамики ЖК. Статистическая теории упорядочения в нематиках: приближение Онсагера, теория самосогласованного поля Майера-Заупе. Применение теории Майера-Заупе для описания холестерических и смектических ЖК.
3. Дефекты в ЖК: классификация: точечные, дисклинации, стенки, конфокальные домены. Особенности дефектов в различных типах ЖК.
4. Ориентационные эффекты в ЖК: влияние опорных поверхностей. Твист-структура. Влияние магнитного и электрического полей. Тензорное описание магнитных и электрических свойств. Переход Фредерикса, стационарный случай, динамика эффекта Фредерикса.. Влияние течения.
5. Диэлектрические свойства: Диэлектрическая проницаемость и электропроводность . Флексоэлектрический эффект. Сегнетоэлектричество.
6. Неустойчивости в электрических полях. Домены Капустина-Вильямса, шевронная структура в нематиках. Критическое поле и его зависимость от частоты. Неустойчивости в холестериках и смектиках.
7. Оптические и электрооптические свойства ЖК. Ориентационные электрооптические эффекты: S-эффект, В-эффект, Т-эффект, обратный Т-эффект. Электродинамическая неустойчивость в нематических ЖК, Динамическое рассеяние света (ДРС). Особенности электрооптических эффектов в холестерических и смектических ЖК, эффект ДРС с памятью.
8. Фазовые переходы: фазовый переход нематик – изотропная жидкость, смектик А – нематик.
9. Методы исследования жидких кристаллов.
10. Лиотропные ЖК: классификация, структура. Дискотические жидкие кристаллы
11. Жидкокристаллические полимеры: строение, особенности, связанные с наличием основной цепи макромолекулы, свойства.
12. Основные области применения жидких кристаллов.

5. Образовательные технологии

Основные технологии: модульного обучения, проблемного обучения, технология выбора, информационно-коммуникационные.

Все содержание состоит из двенадцати **модулей**, каждый из которых включает в себя лекции и лабораторное занятие, задания для самостоятельной работы, задание по подготовке доклада.

Основой самостоятельной деятельности является прежде всего домашняя подготовка к лабораторным занятиям и обработка результатов лабораторного эксперимента, а также



подготовка доклада по одной из выбранных тем. Студентам предоставляется **выбор** тематики и характера выполнения проекта.

Изучение курса строится по следующей стратегии: студенты посещают все аудиторные занятия (лекции, лабораторные), выполняют все текущие домашние задания, работают над докладом под руководством преподавателя через очные консультации

При проведении лабораторных занятий используются следующие методы: групповая работа.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента предполагает:

1. подготовка к лабораторным занятиям, обработка результатов лабораторного эксперимента (учебно-методические разработки практических занятий выдаются в электронном виде каждому студенту, а также есть в свободном доступе в электронной библиотеке ИвГУ);
2. подготовка самостоятельного доклада по одной из предлагаемых тем,

7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Отчет по лабораторной работе предполагает оформление выполненной во время занятия и полностью рассчитанной лабораторной работы с окончательными результатами в виде графиков, таблиц и рассчитанных величин, а также теоретический отчет по вопросам, которые даются к каждой лабораторной работе для домашней подготовки.

Зачет проводится в письменной форме по вопросам, заранее данным студентам для домашней подготовки, которые охватывают все разделы изученного курса.

Оценка «не зачтено» ставится при условии невыполнения лабораторного практикума и частичных ответов на два вопроса зачетного билета.

Оценка «зачтено» ставится при условии выполнения лабораторного практикума и полных ответов на два вопроса зачетного билета.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная учебная литература:

1. Сырбу, С.А. Основы термодинамики жидких кристаллов : учебное пособие / С. А. Сырбу ; Иван. гос. ун-т. — Иваново : ИвГУ, 2009. — 90 с. — ISBN 978-5-7807-0737-0
2. Успехи в изучении жидкокристаллических материалов / Иван. гос. ун-т; под ред. Н. В. Усольцевой. — Иваново : ИвГУ, 2007. — 100 с. — ISBN 5-7807-0655-7
3. Жидкие кристаллы : дискотические мезогены / Иван. гос. ун-т; под ред. докт. хим. наук, проф. Н. В. Усольцевой. — Иваново : ИвГУ, 2004. — 545 с. — ISBN 5-7807-0458-9
4. Усольцева, Н.В. Жидкие кристаллы : лиотропный мезоморфизм : учебное пособие / Н. В. Усольцева ; Иван. гос. ун-т. — Иваново : ИвГУ, 2011. — 315 с : ил. — ISBN 978-5-7807-0857-5
5. Акопова, О.Б. Дискотические мезогены : от мономеров к полимерам и дендримерам / О. Б. Акопова, Н. В. Усольцева ; Иван. гос. ун-т. — Иваново : ИвГУ, 2010. — 106 с : ил. — ISBN 978-5-7807-0885-8
6. Федоров, М.С. Жидкокристаллические материалы : учебное пособие / М. С. Федоров ; Иван. гос. ун-т. — Иваново : ИвГУ, 2018. — 117 с : ил. — Печатная версия электронного издания



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

Издание на др. носителе: [Жидкокристаллические материалы \[Электронный ресурс\] : учебное пособие / М. С. Федоров ; Иван. гос. ун-т .— Иваново : ИвГУ, 2018 .— 117 с : ил .— ISBN 978-5-7807-1286-5.](#)

7. Физические свойства жидких кристаллов : методические указания к лабораторному практикуму : для студентов физического факультета специализации "Физическое материаловедение". Работы 1-6 / Иван. гос. ун-т ; сост. Н. В. Каледенкова .— Иваново : ИвГУ, 2012 .— 60 с : ил .— Печатная версия электронного изданияИздание на др. носителе: [Физические свойства жидких кристаллов \[Электронный ресурс\] : .— Иваново : , 2012 .— с. — ISBN](#)

Дополнительная учебная литература:

1. А.С.Сонин. Введение в физику жидких кристаллов. М.: Наука. 1983.
2. Л.М.Блинов Жидкие кристаллы. Структура и свойства. М.: Книжный дом «Либроком», 2013. 480 с.
3. П. Де Жен. Физика жидких кристаллов. М.: Мир.1977.
4. И.Г.Чистяков. Жидкие кристаллы. М.: Наука. 1966.
5. Г.Браун, Дж.Уолкен. Жидкие кристаллы и биологические структуры. М.: Мир. 1982
6. Жидкокристаллические полимеры. Под ред. Н.А.Платэ. М.:Химия.1988
7. Л.М.Блинов. Электро и магнитооптика жидких кристаллов. М.: Наука. 1978.
8. А.П.Капустин. Электрооптические и акустические свойства жидких кристаллов. М.: наука.1973.
9. Н.А.Платэ, В.П.Шибяев. Гребнеобразные полимеры и жидкие кристаллы. М.: Химия. 1980
10. С.М.Аракелян, Ю.С.Чилингарян. Нелинейная оптика жидких кристаллов. М.: Наука. 1984.

Информационно-справочные системы и(или) профессиональные базы данных при реализации дисциплины не используются.

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru;

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

— для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

— для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения курсовых работ (проектов) с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: персональный компьютер, проектор, экран.

Автор(ы) рабочей программы дисциплины: *доцент, кандидат физ.мат. наук, доцент*
Пащикова Т.В

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий 31 августа 2026 г., протокол № 1

Программа обновлена

протокол заседания кафедры № _ от «__» _____ г.

Согласовано:

Руководитель ОП _____ / _____ /

Приложение 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.