

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра нанотехнологий и микросистемной техники

Авторы-составители: **Семенова Оксана Рифовна**

Рабочая программа дисциплины

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ НАНОСИСТЕМЫ

Код УМК 95731

Утверждено
Протокол №9
от «13» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Жидкокристаллические наносистемы

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.03.01** Нанотехнологии и микросистемная техника
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Жидкокристаллические наносистемы** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

ПК.2 Способен контролировать и прогнозировать физические свойства материалов с помощью различных инструментальных методов и компьютерного моделирования

Индикаторы

ПК.2.1 Использует в своей профессиональной деятельности соотношения и взаимосвязи между структурой материалов и их физическими свойствами для достижения требуемых рабочих параметров объектов микро- и наносистемной техники

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	6
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Письменное контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (6 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Жидкокристаллические наносистемы

1. Структура наносистем на основе жидких кристаллов

Введение. Жидкокристаллическое состояние вещества (мезофазы). Классификация жидких кристаллов.

2. Физические свойства жидких кристаллов

Степень ориентационного порядка. Температурный интервал существования мезофаз. Электрические свойства. Оптические свойства. Магнитные свойства. Поверхностное натяжение. Вязкость. Упругие свойства.

3. Оптические эффекты в жидкокристаллическом слое

Жидкокристаллическая ячейка. Ориентация жидкого кристалла. Текстуры жидких кристаллов (мезофаз).

4. Электро- и магнитооптические эффекты в жидких кристаллах

Ориентационные эффекты: переход Фредерикса, эффект «гость-хозяин», твист и супертвист эффекты, эффекты бистабильности, флексоэлектрический эффект. Эффект проводимости. Магнитооптические эффекты. Термооптические эффекты. Текстурные переходы в холестериках.

5. Некоторые аспекты применения жидких кристаллов

Устройства отображения информации. Оптически управляемые пространственно-временные модуляторы света на основе жидких кристаллов. Фотонные устройства на основе жидких кристаллов.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Вшивков С. А. Фазовые превращения и структура жидкокристаллических наносистем в магнитном и механическом полях: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Химия"/С. А. Вшивков ; [рец.: М. З. Файзуллин, А. Ю. Зубарев].-Екатеринбург:Издательство Уральского университета,2011, ISBN 978-5-7996-0585-8.-1151.-Библиогр.: с. 112-113
2. Семенова О. Р. Кристаллофизика: учебное пособие/О. Р. Семенова.-Пермь:ПГНИУ,2019, ISBN 978-5-7944-3361-6.-179.-Библиогр.: с. 175 <https://elis.psu.ru/node/601002>
3. Де Жен П. Физика жидких кристаллов/П. де Жен ; ред. А. С. Сонин ; пер. А. А. Веденов.-Москва:Мир,1977.-400.-Библиогр. в конце глав
4. Блинов Л. М. Жидкие кристаллы: структура и свойства/Л. М. Блинов.-Москва:URSS,2013, ISBN 978-5-397-03468-5.-480.-Библиогр. в конце гл.

Дополнительная:

1. Захлевных А. Н. Физика фазовых переходов в жидких кристаллах: учебно-методическое пособие/А. Н. Захлевных.-Пермь,2007, ISBN 5-7944-0891-Х.-127.-Библиогр.: с. 121-126
2. Жидкие кристаллы со спиральной структурой и их использование для систем отображения информации/К. Д. Винокур [и др.] ; ред. К. Х. Джапаридзе.-Тбилиси:Мецниерба,1988, ISBN 5-520-00007-7.-96.-Библиогр.: с. 88-92
3. Сонин А. С. Введение в физику жидких кристаллов: учеб. пособие для физ. спец. вузов/А. С. Сонин.-М.:Наука,1983-Библиогр.: с. 314-315. - Предм. указ.: с. 316-319

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.iprbookshop.ru/65389.html> Каманина, Н. В. Электрооптические системы на основе жидких кристаллов и фуллеренов – перспективные материалы наноэлектроники. Сво

<http://www.iprbookshop.ru/66441.html> Томилин, М. Г. Дисплеи на жидких кристаллах

<http://www.iprbookshop.ru/83562.html> Симоненко, Г. В. Компьютерное моделирование характеристик быстродействующих классических модуляторов на основе жидких кристалло

<https://cyberleninka.ru/> НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА «КИБЕРЛЕНИНКА»

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Жидкокристаллические наносистемы** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) ;
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Операционная система "ALT Linux".
2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
4. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome» или аналогичных.
5. Офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой или маркерной доской.

Практические занятия проходят в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой или маркерной доской.

Групповые (индивидуальные) консультации проводятся в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

Текущий контроль осуществляется в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

К помещениям для самостоятельной работы студентов относятся:

- Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Жидкокристаллические наносистемы**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.2

Способен контролировать и прогнозировать физические свойства материалов с помощью различных инструментальных методов и компьютерного моделирования

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.1 Использует в своей профессиональной деятельности соотношения и взаимосвязи между структурой материалов и их физическими свойствами для достижения требуемых рабочих параметров объектов микро- и наносистемной техники</p>	<p>Знать классификацию жидких кристаллов, оптические, диэлектрические, магнитные и упругие свойства жидких кристаллов и виды оптических эффектов в жидких кристаллов, происходящие под действием различных факторов (электрическое и магнитное поля, ориентанты и т. д.), и их физическое объяснение. Уметь проводить численные расчеты физических величин и обработку экспериментальных результатов для определения оптических характеристик жидкокристаллических ячеек. Владеть навыками описания оптических эффектов в жидких кристаллах. Понимать принципы работы устройств, работающих на изученных эффектах.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает классификацию жидких кристаллов, оптические, диэлектрические, магнитные и упругие свойства жидких кристаллов и виды оптических эффектов в жидких кристаллов, происходящие под действием различных факторов (электрическое и магнитное поля, ориентанты и т. д.), и их физическое объяснение. Не может провести численные расчеты физических величин и обработку экспериментальных результатов для определения оптических характеристик жидкокристаллических ячеек. Самостоятельно не может описать оптические эффекты в жидких кристаллах и объяснить принципы работы устройств, работающих на изученных эффектах.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает классификацию жидких кристаллов, оптические, диэлектрические, магнитные и упругие свойства жидких кристаллов и виды оптических эффектов в жидких кристаллов, происходящие под действием различных факторов (электрическое и магнитное поля, ориентанты и т. д.), и их физическое объяснение, но не умеет проводить численные расчеты физических величин и обработку экспериментальных результатов для определения оптических характеристик жидкокристаллических ячеек. Не владеет навыками описания оптических эффектов в жидких кристаллах. С трудом понимает принципы работы устройств, работающих на изученных эффектах.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает классификацию жидких кристаллов, оптические, диэлектрические, магнитные и упругие свойства жидких кристаллов и виды оптических эффектов в жидких кристаллов, происходящие под действием различных факторов (электрическое и магнитное поля, ориентанты и т. д.), и их физическое объяснение.</p> <p>Уметь проводить численные расчеты физических величин и обработку экспериментальных результатов для определения оптических характеристик жидкокристаллических ячеек, но с помощью преподавателя.</p> <p>Владеет навыками описания оптических эффектов в жидких кристаллах, понимает принципы работы некоторых устройств, работающих на изученных эффектах.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает классификацию жидких кристаллов, оптические, диэлектрические, магнитные и упругие свойства жидких кристаллов и виды оптических эффектов в жидких кристаллов, происходящие под действием различных факторов (электрическое и магнитное поля, ориентанты и т. д.), и их физическое объяснение. Проводит численные расчеты физических величин и обработку экспериментальных результатов для определения оптических характеристик жидкокристаллических ячеек.</p> <p>Самостоятельно может описать оптические эффекты в жидких кристаллах. Может объяснить принципы работы устройств, работающих на изученных эффектах.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.2.1 Использует в своей профессиональной деятельности соотношения и взаимосвязи между структурой материалов и их физическими свойствами для достижения требуемых рабочих параметров объектов микро- и наносистемной техники	2. Физические свойства жидких кристаллов Письменное контрольное мероприятие	Знание классификации жидких кристаллов. Умение провести экспериментальную обработку экспериментального результата. Знание магнитных свойств жидких кристаллов.
ПК.2.1 Использует в своей профессиональной деятельности соотношения и взаимосвязи между структурой материалов и их физическими свойствами для достижения требуемых рабочих параметров объектов микро- и наносистемной техники	4. Электро- и магнитооптические эффекты в жидких кристаллах Письменное контрольное мероприятие	Знание ориентационных свойств жидких кристаллов. Знание оптических свойств кристаллов. Умение проводить оценку физических величин и эффектов в жидкокристаллических средах.
ПК.2.1 Использует в своей профессиональной деятельности соотношения и взаимосвязи между структурой материалов и их физическими свойствами для достижения требуемых рабочих параметров объектов микро- и наносистемной техники	5. Некоторые аспекты применения жидких кристаллов Письменное контрольное мероприятие	Знание принципов работы устройств работающих с использованием жидких кристаллов. Знание физических основ функционирования устройств с использованием периодических сред. Умение производить оценку параметров работы оптических устройств.

Спецификация мероприятий текущего контроля

2. Физические свойства жидких кристаллов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Умение провести экспериментальную обработку экспериментального результата.	15
Знание классификации жидких кристаллов.	10
Знание магнитных свойств жидких кристаллов.	10

4. Электро- и магнитооптические эффекты в жидких кристаллах

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Умение проводить оценку физических величин и эффектов в жидкокристаллических средах.	15
Знание ориентационных свойств жидких кристаллов.	10
Знание оптических свойств кристаллов.	10

5. Некоторые аспекты применения жидких кристаллов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умение производить оценку параметров работы оптических устройств.	13
Знание принципов работы устройств работающих с использованием жидких кристаллов.	10
Знание физических основ функционирования устройств с использованием периодических сред.	7