



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

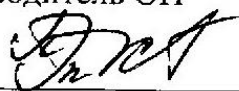
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

  
(подпись) Т.П. Кустова

« 01 » 03 20 23 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Жидкокристаллические материалы**

|  |   |
|--|---|
| Уровень высшего образования:                           | магистратура                                |
| Квалификация выпускника:                               | магистр                                     |
| Направление подготовки:                                | 04.04.01 Химия                              |
| Направленность (профиль)<br>образовательной программы: | Инноватика в химии и химическом образовании |



## 1. Цели освоения дисциплины

Основные цели освоения дисциплины: получение обучающимися представлений о мезоморфном термодинамическом состоянии вещества, а также изучение взаимосвязи жидкокристаллических свойств со структурой органических соединений для дальнейшего применения знаний в научно-исследовательской, научно-производственной и педагогической деятельности. В университетском образовании изучение дисциплины «Жидкокристаллические материалы» необходимо, поскольку мезоморфное (жидкокристаллическое) состояние связано с развитием общей теории конденсированных сред, и в нем заложены неограниченные возможности в отношении разнообразных областей применения в настоящем и блестящие перспективы в будущем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Жидкокристаллические материалы» относится к обязательной части образовательной программы (обязательная дисциплина). Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности студентов к освоению дисциплин: «Приоритетные направления развития химии в XXI веке», «Динамическая биохимия», прохождению производственной и преддипломной практик, научно-исследовательской работы.

Студент, приступающий к изучению дисциплины, должен обладать знаниями, умениями, навыками/опытом практической деятельности в области физической и органической химии (основные понятия и законы, химические связи, фазовые переходы, агрегатные состояния, законы термодинамики, особенности строения органических соединений и т.д.), а также знаниями, умениями, навыками/опытом практической деятельности, полученными ранее в ходе изучения дисциплин «Гетероциклические и полиароматические соединения», «Компьютерное моделирование и структурная химия».

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- номенклатуру органических соединений;
- основные понятия и законы физической и органической химии (химические связи, фазовые переходы, агрегатные состояния, законы термодинамики и т.д.);
- особенности строения ароматических соединений; концепцию мезомерии.

### **Уметь:**

- осуществлять проектно-исследовательскую деятельность в рамках изучаемой дисциплины;
- характеризовать и оценивать результаты, полученные самим собой и другими студентами.

### **Иметь:**

- навыки выполнения лабораторного и компьютерного эксперимента по химии;
- базовые навыки анализа данных теоретических и экспериментальных исследований;
- опытом выполнения проектно-исследовательских заданий;
- способами поиска и переработки предметной информации по изучаемой проблеме;
- методами безопасного обращения с химическими реактивами и химической посудой.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

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



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

**ОПК-1** Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения

**ОПК-2** Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

Профессиональные (ПК):

**ПК-3** Способен выявлять актуальные научные проблемы в химии, в том числе находящиеся на стыке различных областей наук и разрабатывать подходы к их решению

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:**

- особенности молекулярной структуры мезогенных молекул (ОПК-2);
- основные типы жидких кристаллов и мезофаз (ОПК-2);
- взаимосвязь химического строения молекул со свойствами ЖК (ОПК-2);
- номенклатуру и методы синтеза основных классов calamitic мезогенов (ОПК-2);
- основные методы исследования ЖК (теоретические основы и используемую аппаратуру) (ОПК-1);
- основные источники информации о свойствах веществ (базы данных, электронно-библиотечные системы) (ОПК-2)

- **Уметь:**

- интерпретировать, характеризовать и оценивать экспериментальные данные о свойствах ЖК (ОПК-1);
- выполнять 3D молекулярных структур мезогенов, выполнять компьютерный эксперимент по исследованию из свойств (ОПК-1);
- выявлять взаимосвязь между свойствами и строением мезогенов (ПК-3);
- пользоваться поляризационным микроскопом с термостатиком (ОПК-1);
- готовить препараты для изучения ЖК материалов методом поляризационной микроскопии (ОПК-1);
- определять температуры фазовых переходов и термостабильность мезофазы путем анализа экспериментальных данных (ОПК-1);
- анализировать и находить источники научной информации (ОПК-2).

- **Иметь:**

- практический опыт использования понятийно-терминологического языка науки о ЖК состоянии (ОПК-2);
- практический опыт использования основных методов экспериментальных исследований химических процессов (ОПК-1);
- навыки анализа и математической обработки полученных результатов экспериментальных и теоретических исследований (ОПК-1);
- навыками поиска и переработки предметной информации по изучаемой проблеме (ОПК-2, ПК-3).

### 4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.  
во втором семестре – 3 зачетные единицы, 108 часов, зачет



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

в третьем семестре – 5 зачетных единиц, 180 часов, экзамен

**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.

| №<br>п/<br>п | Разделы (темы)<br>дисциплины  | Семестр | Виды занятий, их<br>объем           |                                      | Формы текущего<br>контроля успеваемости                       |
|--------------|---|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
|              |   |         | Занятия<br>лекцион-<br>ного<br>типа | Занятия<br>семинар-<br>ского<br>типа | Формы промежуточной<br>аттестации                             |
| 1.           | Вводный. Введение в проблематику дисциплины, представление рабочей программы, осмысление требований к организации процесса обучения, самостоятельной работы и форм аттестации. Основные понятия дисциплины. История развития учения о ЖК. | 2       | 2                                   | 4 практ. занятие                     | Письменная контрольная работа                                 |
| 2.           | Жидкокристаллическое состояние – самостоятельное термодинамическое состояние  | 2       | 4                                   |                                      |   |
| 3.           | Каламитные мезогены. Химические особенности неамфифильных соединений, образующих жидкие кристаллы   | 2       | 4                                   | 4 практ. занятие                     | Отчет по практической работе                                  |
| 4.           | Взаимосвязь свойств веществ, дающих мезофазу, с химическим строением. Прочие классы мезогенов   | 2       | 4                                   | 4 практ. занятие                     | Письменная контрольная работа<br>Отчет по практической работе |
|              | <b>Итого за семестр:</b>  |         | 14                                  | 12                                   | Зачет   |
| 1.           | Методы исследования мезоморфных свойств   | 3       | 6                                   | 6 практ. занятие                     | Письменная контрольная работа<br>Отчет по практической работе |
| 2.           | Основные области применения ЖК материалов   | 3       | 6                                   | 6 практ. занятие                     | Письменная контрольная работа<br>Отчет по практической работе |
| 3.           | Наноматериалы на основе ЖК композиций   | 3       | 6                                   | 4 практ. занятие                     | Письменная контрольная работа<br>Отчет по практической работе |



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

|    |  |   |    |                  |   |
|----|--|---|----|------------------|---|
| 4. | Супрамолекулярная химия в создании ЖК комплексов   | 3 | 6  | 4 практ. занятие | Письменная контрольная работа<br>Отчет по практической работе |
| 5. | Заключение. Анализ результатов освоения дисциплины | 3 |    | 2 практ. занятие |   |
|    | <b>Итого за семестр:</b>                           |   | 24 | 22               | Экзамен   |
|    | <b>Итого по дисциплине:</b>                        |   | 38 | 34               |   |

**4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)**  
**Структура и содержание теоретической части**

1. Введение. Основные понятия. История развития учения о ЖК материалах.
  2. Жидкокристаллическое состояние – самостоятельное термодинамическое состояние.
  3. Каламитные мезогены (химические особенности неамфифильных соединений, образующих жидкие кристаллы; взаимосвязь мезоморфных свойств с химическим строением; основные классы каламитных мезогенов и их номенклатура).
  4. Методы синтеза некоторых классов каламитных мезогенов.
  5. Прочие классы мезогенов (банано- и V-образные мезогены, лиотропные, дискотические мезогены и др.)
  6. Методы исследования мезоморфных свойств ЖК материалов (метод поляризационной термомикроскопии, методы определения температур фазовых переходов (дифференциальная сканирующая калориметрия и др.), применение ИК спектроскопии при исследованиях ЖК материалов, методы исследования физических свойств ЖК, применение методов квантовой химии).
  7. Основные области применения ЖК материалов.
  8. Наноматериалы на основе ЖК композиций.
  9. Супрамолекулярная химия в создании ЖК комплексов.
1. Введение. Основные понятия. История развития. Введение в проблематику курса, представление рабочей программы (цели и задачи курса, его структура и содержание). История открытия жидких кристаллов. Анизотропия свойств. Применение жидкокристаллических материалов в медицине, науке и технике. Пять периодов истории развития учения о жидкокристаллическом состоянии.
2. Жидкокристаллическое состояние – самостоятельное термодинамическое состояние. Общие сведения об агрегатном состоянии вещества. Четно-нечетный эффект (зависимость температур плавления карбоновых кислот от числа углеродных атомов). Определение жидкокристаллического состояния. Двойное лучепреломление. Классификация ЖК по способу получения. Понятия о фазовых переходах. Термотропные и лиотропные ЖК. Фазовые переходы. Точка просветления.
3. Каламитные мезогены. Химические особенности неамфифильных соединений, образующих жидкие кристаллы. Классификация Фриделя. Сметическая, нематическая и холестерическая мезофаза. Наиболее распространенные типы текстур. Примеры соединений, проявляющих различные типы мезофаз и различные текстуры. Условия образования мезофазы. Геометрическая анизотропия. Параметры жесткости структуры. Димеры карбоновых кислот. Влияние цис- и транс- изомерии. Некоторые молекулярные характеристики, определяющие смектические или нематические свойства соединений. Концевые и боковые притяжения между молекулами и влияющие на них факторы. Дипольные моменты молекул ЖК. Взаимосвязь



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

свойств веществ, дающих мезофазу, с химическим строением. Мезогены, содержащие алициклические ядра. Жидкокристаллические свойства соединений, содержащих гетероциклическое ядро. Роль концевых заместителей в мезогенах. Роль латеральных заместителей в мезогенах. Влияние природы центральной группы на свойства мезогенов. Зависимость термостабильности нематического состояния от сочетания концевых заместителей и мостиковых групп.

5. Прочие классы мезогенов (банано- и V-образные мезогены, лиотропные, дискотические мезогены и др.)

6. Методы исследования мезоморфных свойств. Метод поляризационной термомикроскопии, методы определения температур фазовых переходов (дифференциальная сканирующая калориметрия и др.), применение ИК спектроскопии при исследованиях ЖК материалов, методы исследования физических свойств ЖК, применение методов квантовой химии.

7. Основные области применения ЖК материалов.

8. Наноматериалы на основе ЖК композиций (полимерные жидкокристаллические материалы, жидкокристаллические гели, металломезогены, ЖК материалы в трибологии и др.).

9. Супрамолекулярная химия в создании ЖК комплексов.

## **5. Образовательные технологии**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: технологии смешанного обучения. Также используются технологии проблемного обучения, проектная, рейтинговая, технология развития критического мышления; методы дискуссии, групповой работы и решения ситуационных задач.

Практикуется чтение лекций, в том числе с использованием электронных презентаций. Технология развития критического мышления предполагает самостоятельную проработку студентами выбранной темы с последующим выполнением проблемного теоретического и практического заданий в виде доклада на заданную тему. Работа над докладом призвана развить конструктивно-творческие способности студентов, сформировать умение работать с научной периодикой, систематизировать и обобщать найденную информацию и устно представлять ее на семинаре с последующим обсуждением аудиторией.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

При самостоятельной работе (СРС) студентам предлагается использовать материалы лекций, литературу из доступных электронно-библиотечных систем и различных электронных ресурсов. Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме доклада;
- подготовке к контрольным тестированиям, к текущему и итоговому контролю;
- использование материалов из тематических информационных ресурсов и учебной литературы при подготовке презентации и доклада по заданной теме;
- подготовке к зачету и экзамену.

Методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приводится в приложении 1 к РП.

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

В качестве оценочных средств для проведения текущего контроля выступают: письменные контрольные работы (вопросы для контрольных работ) и задания для практических работ. Во



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

втором семестре студент может набрать максимально 100 баллов (50 баллов – контрольные работы, 50 баллов – практические работы). Зачет получают студенты, набравшие 55 и больше баллов. В противном случае итоговый контроль проводится в форме устного зачета (вопросы к зачету, 2й семестр).

Во втором семестре в рамках рейтинговой шкалы обучающийся может набрать по данной дисциплине за семестр максимально 60 баллов, из них 30 баллов – за практические работы, 30 – за контрольные работы. Форма итогового контроля - устный экзамен (вопросы для подготовки к экзамену, 3й семестр).

В соответствии с рейтинговой шкалой от экзамена освобождаются студенты, набравшие в семестре:

45-49 баллов получает 10 бонусных баллов и оценку «удовлетворительно»;

50-55 баллов – 20 бонусных баллов и оценку «хорошо»;

56-60 баллов – 30 бонусных баллов и оценку «отлично».

Ответ на экзаменационный билет, который состоит из 2х вопросов, оценивается из 40 баллов. Критерии и шкала оценки:

- оценка «отлично» и 40 баллов выставляется студенту, если полностью раскрыто содержание вопросов билета;
- оценка «хорошо» и 30 баллов выставляется студенту, если один из вопросов раскрыт частично, а другой полностью;
- оценка «удовлетворительно» и 20 баллов выставляется студенту, если дан полный ответ только на один из предложенных вопросов или имеются существенные неточности в ответах на оба вопроса;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если ответы на вопросы отсутствуют или если даны ошибочные ответы на каждый вопрос.

Для пересчета набранных в течение семестра рейтинговых баллов в обычные оценки используется шкала:

от 55 до 69 – «удовлетворительно»;

от 70 до 84 – «хорошо»;

от 85 до 100 – «отлично».

Типовые варианты вопросов и заданий находятся в приложении 2 к РП в разделе «Фонд оценочных средств».

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Федоров М.С. Жидкокристаллические материалы : учебное пособие / М.С. Фе-доров. – Иваново : Иван. гос. ун-т, 2018. – 120 с, URL: [http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/ucheb/fedorov\\_2018.htm/view](http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/ucheb/fedorov_2018.htm/view)

2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах: учебное пособие / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская и др. ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 93 с. : табл., граф., ил. - ISBN 978-5-7882-1550-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427849>

3. Марков, В.Ф. Материалы современной электроники: учебное пособие / В.Ф. Марков, Х.Н. Мухамедзянов, Л.Н. Маскаева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 272 с. : схем., ил. - ISBN 978-5-



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

7996-1186-6 ; То же [Электронный ресурс]. -  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275825>

Дополнительная литература

1. Трибология жидкокристаллических наноматериалов и систем / под ред. Г.В. Малахова. - Минск: Белорусская наука, 2011. - 380 с. - ISBN 978-985-08-1395-4; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142151>

2. Чандрасекар, С. Жидкие кристаллы / С. Чандрасекар ; под ред. А.А. Веденова, И.Г. Чистякова ; пер. с англ. Л.Г. Шалтыко. - Москва : Мир, 1980. - 343 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483349>

3. Химия и жизнь - XXI век: ежемесячный научно-популярный журнал / ред. Л.Н. Стрельникова - Москва : НаукаПресс, 2009. - № 7. - 68 с. - ISSN 1727-5903 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=104100>

4. Сырбу С.А. Основы термодинамики жидких кристаллов : учебное пособие / С. А. Сырбу ; Иван. гос. ун-т. — Иваново : ИвГУ, 2009. — 90 с.

5. Усольцева Н.В. Жидкие кристаллы : лиотропный мезоморфизм : учебное пособие / Н. В. Усольцева ; Иван. гос. ун-т. — Иваново : ИвГУ, 2011. — 315 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://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>

системы поиска научной информации: <http://elibrary.ru/>; <http://www.sciencedirect.com/>

сайт научного журнала «Жидкие кристаллы и их практическое использование»  
<http://nano.ivanovo.ac.ru/journal/>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и Yandex Browser, программа для задач квантово-механического моделирования атомных структур HyperChem, банк структурных данных органических соединений «Кембриджская База Кристаллографических Данных CCDB».

## 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 с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Лаборатория, оснащенная 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.



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

---

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации.



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

---

**Автор рабочей программы дисциплины:** к.х.н., доц. кафедры фундаментальной и прикладной химии Федоров М.С.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной и прикладной химии 30 августа 2023 г., протокол № 1.

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

(подпись)