

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Институт естественных наук

Кафедра химии и биохимии

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института естественных наук

С.Ю. Гаврик

« 17 » января 20 25 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Химия и биологическая активность элементоорганических соединений

По направлению подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки Медицинская и фармацевтическая химия

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Курс 4 (7 семестр)

Луганск, 20 25

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы для подготовки бакалавров по направлению подготовки 04.03.01 Химия и профилю Медицинская и фармацевтическая химия очной формы обучения.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671 (с изменениями и дополнениями), Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта» от 18 октября 2013 г. № 544н (с изменениями и дополнениями), Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта» от 22 мая 2017 г. № 431н и Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта» от 22 мая 2017 г. № 432н.

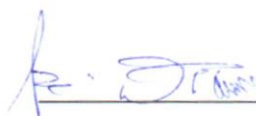
#### СОСТАВИТЕЛЬ:

доцент кафедры химии и биохимии ФГБОУ ВО «ЛГПУ», кандидат химических наук, доцент  
Дяченко Иван Владимирович.

Утверждена на заседании кафедры химии и биохимии

Протокол от «10» сентября 20 15 г. № 6

Заведующий кафедрой химии и биохимии

 В.Д. Дяченко

Одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института естественных наук

Протокол от «13» сентября 20 15 г. № 6


Председатель учебно-методической комиссии

Института естественных наук

 С.Н. Несторенко

#### СОГЛАСОВАНО:

Директор Департамента образования

 В.В. Савенков

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины – сформировать понятие о биоорганических веществах, их роль в живой природе, методах анализа и синтеза.

Задачи: дать знания о строении биоорганических веществ, которые составляют группы (белки, углеводы, нуклеиновые кислоты, липиды, витамины, ферменты, гормоны). Сформировать понятие о классификации веществ в группах, их номенклатуру, основные свойства, биологическое значение, методы их синтеза, качественные реакции.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Химия и биологическая активность элементоорганических соединений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.08.02), дисциплин подготовки студентов.

Необходимыми условиями для освоения учебной дисциплины являются знания общей химии, умения прослушивать и осмысливать лекционный материал, навыки решения задач в ходе выполнения индивидуальных заданий по основным разделам курса.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Химические основы биологических процессов», «Органический синтез и механизмы реакций», «Медицинская химия», и служит основой для дальнейшего освоения дисциплин «Физико-химические методы исследования вещества», «Фармацевтическая химия», «Химическая технология», «Химия и технология биологически активных веществ».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов	Знает: как интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. Умеет: систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов,

	и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. Владеет навыками: формулировки заключения и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	Знает: как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. Умеет: проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик; проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. Владеет навыками: исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц	
	Очная форма	Очно-заочная форма / Заочная форма
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>180</b> <b>(5 зач. ед)</b>	-
<b>Обязательная аудиторная нагрузка (всего часов), в том числе:</b>	<b>120</b>	-
Лекции	30	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	40	-
Лабораторные работы	50	-
Курсовая работа / курсовой проект	-	-
Другие формы организации учебного	-	-

процесса (контрольные работы, индивидуальные занятия, консультации и др.)		
<b>Самостоятельная работа студента (всего часов)</b>	<b>33</b>	-
<b>Контроль</b>	<b>27</b>	
Форма аттестации	Экзамен (7 семестр)	-

## 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

### Раздел 1. Общая характеристика элементоорганических соединений.

#### Металлоорганические соединения

Тема 1. Введение. Задачи и предмет курса. Стереохимические особенности атома углерода, кремния, фосфора. Конформационный состав галогеналканов, дигалогеналканов, соединений с участием углерода в состоянии  $sp^2$ -гибридизации. Конформации по связи углерод-гетероатом. Стереохимия соединений азота. Хиральный азот. Оптическая активность соединений трех- и четырехкоординированного азота. Стереохимия соединений фосфора. Хиральный фосфор. Конфигурационная нестабильность пятикоординированных соединений кремния, фосфора и олова.

Тема 2. Классификация элементоорганических соединений. Классификация элементоорганических соединений (металлоорганические соединения: соединения со связью металл-углерод, соли, соединения с анион-радикалами; органические соединения щелочных металлов: алкоксиды, хелаты  $\beta$ -дикарбонильных соединений). Строение. Номенклатура. Физические свойства. Методы получения.

Тема 3. Литийорганические и натрийорганические соединения в органическом синтезе. Методы получения и реакции литийорганических соединений. Строение литийорганических соединений в растворе, влияние растворителя на степень ассоциации. Полимеризация алкенов под действием литийорганических соединений, реакции нуклеофильного замещения и присоединения. Влияние растворителя на механизм полимеризации. Методы синтеза и реакции натрийорганических соединений. Реакция Шорыгина. Реакция Вюрца.

Тема 4. Магний-, кальций-, барийорганические соединения в органическом синтезе. Методы получения магнийорганические соединения. Реакция Гриньяра. Влияние природы органического галогенида, природы растворителя на выход реактива Гриньяра. Строение магнийорганических соединений. Ассоциация магнийорганических соединений. Реакции магнийорганических соединений. Основность и нуклеофильность магнийорганических соединений. Алкоксиды магния. Магнийнафталин.

Метоксимагнийметилкарбонат. Сравнение реакционной способности металлоорганических соединений I и II группы.

Тема 5. Борорганические соединения. Получение методами гидроборирования и прямого борирования. Строение и химические свойства борорганических соединений. Природа связи бора с элементами, обладающими неподеленными электронными парами. Квазиароматичность боразола. Химические свойства борорганических соединений. Электрофильные реакции – протодеборирование, алкилдеборирование, окисление, образование комплексов. Бороводороды и их производные в органическом синтезе. Органилбораны. Соли органоборатов, их применение в органическом синтезе. Галогениды бора и их реакции. Алкокси- и ацилоксибораны, их получение и свойства. Карбораны.

Тема 6. Алюминийорганические и таллийорганические соединения. Свойства, методы получения, реакции. Гидриды алюминия в органическом синтезе. Промышленное значение алюминийорганических соединений. Катализаторы полимеризации Циглера-Натта. Моно-, ди-, триалкил(арил)-таллийорганические соединения. Алкоксиды, хелаты, ацилаты одновалентного таллия в органическом синтезе.

Тема 7. Кремнийорганические соединения (соединения со связями кремний-галоген, кремний-водород, кремний-кислород, кремний-азот, кремний-углерод, кремний-кремний и кремний-металл). Образование кремнием связей с участием высших занятых орбиталей. Методы получения органических соединений кремния; реакции гидросилилирования. Превращения кремнийорганических соединений. Сравнение реакций нуклеофильного замещения у атомов углерода и кремния. Силанолы, силоксаны, кремнийорганические полимеры.

Тема 8. Германий-, олово- и свинецорганические соединения. Свойства, методы получения и реакции. Промышленное применение органических соединений свинца. Гидридные соединения олова. Соединения двухвалентного свинца, соединения со связью свинец-свинец.

## **Раздел 2. Элементоорганические соединения неметаллов**

Тема 9. Фосфорорганические соединения (ФОС). Типы ФОС в зависимости от координационного числа. Электронное строение фосфора в различных координационных состояниях. Образование связей с участием d-орбиталей. Получение соединений трехкоординированного фосфора. Химические свойства соединений P(III). Реакции Арбузова, Михаэлиса-Беккера, Тодда-Аттертона. Бифильность соединений трехкоординированного фосфора. Соединения четырехкоординированного фосфора. Соли фосфония, их получение и свойства. Илиды фосфора. Реакция Виттига. РО-активированное олефинирование. Получение и свойства ФОС в высших координационных состояниях. Сравнение

реакционной способности ФОС с соединениями мышьяка, сурьмы и висмута. Применение органических соединений фосфора в промышленности, неорганических – в органическом синтезе. Антихолинэстеразное действие ФОС.

Тема 10. Органические соединения серы: тиолы, сульфиды, полисульфиды, соли сульфония, сульфоксиды, сульфоны, сульфеновые, сульфоксильные, сульфиновые, сульфоновые кислоты. Органические сульфиты и сульфаты. Тиокарбонильные соединения.

Тема 11. Селено- и теллуриорганические соединения. Свойства, методы получения, реакции. Аналогия с органическими соединениями серы, отличия. Смешанные соединения серы и селена.

Тема 12. Соединения, содержащие галогены в виде положительно заряженных атомов. Соли йодония, йодозо- и йодопроизводные. Аналогичные соединения брома и хлора. Хлорная кислота и ее производные в органической химии.

Тема 13. Органические соединения переходных металлов,  $\sigma$ - и  $\pi$ -комплексы. Реакции внедрения, перегруппировки, полимеризации. Карбонилы металлов. Природа связи в карбонилах металлов. Методы получения и свойства карбониллов металлов. Бис-циклопентадиенильные производные металлов. Ферроцен, его строение и свойства. Алкильные, олефиновые и ареновые комплексы металлов. Алкоксиды переходных металлов. Комплексы переходных металлов в органическом синтезе. Биологические системы с участием переходных металлов.

Тема 14. Специфика синтеза фторорганических соединений. Специальные фторирующие агенты. Фторированные углеводороды в промышленности, фторсодержащие полимеры. Биологически активные фторорганические соединения.

Тема 15. Общие проблемы химии элементоорганических соединений. Специфика синтезов и использования. Взаимосвязь реакционной способности с положением элемента в периодической системе. Возможности регулирования реакционной способности путем изменения валентности и степени замещения металлов и неметаллов. Прогресс методов химии элементоорганических соединений.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Наименование темы	Объем часов	
		Очная форма	Очно-заочная форма / заочная форма
7 семестр			
1.	Введение. Задачи и предмет курса. Сtereoхимические особенности атома углерода, кремния, фосфора.	2	-
2.	Классификация элементоорганических соединений. Строение. Номенклатура. Физические свойства.	2	-
3.	Литийорганические и натрийорганические соединения в органическом синтезе.	2	-
4.	Магний-, кальций-, барийорганические соединения в органическом синтезе.	2	-
5.	Борорганические соединения.	2	-
6.	Алюминийорганические и таллийорганические соединения.	2	-
7.	Кремнийорганические соединения.	2	-
8.	Германий-, олово- и свинецорганические соединения.	2	-
9.	Фосфорорганические соединения (ФОС).	2	-
10.	Органические соединения серы.	2	-
11.	Селено- и теллуторганические соединения.	2	-
12.	Соединения, содержащие галогены в виде положительно заряженных атомов.	2	-
13.	Органические соединения переходных металлов, $\sigma$ - и $\pi$ -комплексы.	2	-
14.	Специфика синтеза фторорганических соединений.	2	-
15.	Общие проблемы химии элементоорганических соединений.	2	-
Итого:		30	-

### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Наименование темы	Объем часов	
		Очная форма	Очно-заочная форма / заочная форма
7 семестр			
1.	Литийорганические и натрийорганические соединения в органическом синтезе.	2	-
2.	Магний-, кальций-, барийорганические соединения в органическом синтезе.	2	
3.	Борорганические соединения.	2	-
4.	Алюминийорганические и таллийорганические соединения.	2	-
5.	Кремнийорганические соединения.	4	-
6.	Германий-, олово- и свинецорганические	2	-



	соединения.		
7.	Фосфорорганические соединения (ФОС).	6	-
8.	Органические соединения серы.	4	-
9.	Селено- и теллуторганические соединения.	4	-
10.	Соединения, содержащие галогены в виде положительно заряженных атомов.	4	-
11.	Органические соединения переходных металлов, $\sigma$ - и $\pi$ -комплексы.	4	-
12.	Специфика синтеза фторорганических соединений.	4	-
<b>Итого:</b>		40	-

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование темы	Объем часов	
		Очная форма	Очно-заочная форма / заочная форма
7 семестр			
13.	Литийорганические и натрийорганические соединения в органическом синтезе.	4	-
14.	Магний-, кальций-, барийорганические соединения в органическом синтезе.	4	
15.	Борорганические соединения.	4	-
16.	Алюминийорганические и таллийорганические соединения.	4	-
17.	Кремнийорганические соединения.	4	-
18.	Германий-, олово- и свинецорганические соединения.	4	-
19.	Фосфорорганические соединения (ФОС).	6	-
20.	Органические соединения серы.	4	-
21.	Селено- и теллуторганические соединения.	4	-
22.	Соединения, содержащие галогены в виде положительно заряженных атомов.	4	-
23.	Органические соединения переходных металлов, $\sigma$ - и $\pi$ -комплексы.	4	-
24.	Специфика синтеза фторорганических соединений.	4	-
Итого:		50	-

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Наименование раздела / темы	Вид самостоятельной работы	Объем часов	
			Очная форма	Очно-заочная форма / заочная форма
7 семестр				
1.	Литийорганические и натрийорганические соединения в органическом синтезе.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам,	2	-

		оформление лабораторных журналов		
2.	Магний-, кальций-, барийорганические соединения в органическом синтезе.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	3	-
3.	Борорганические соединения.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	2	-
4.	Алюминийорганические и таллийорганические соединения.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	4	-
5.	Кремнийорганические соединения.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	4	-
6.	Германий-, олово- и свинецорганические соединения.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	4	-
7.	Фосфорорганические соединения (ФОС).	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	4	-
8.	Органические соединения серы.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	2	-

9.	Селено- и теллуриорганические соединения.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	2	-
10.	Соединения, содержащие галогены в виде положительно заряженных атомов.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	2	-
11.	Органические соединения переходных металлов, $\sigma$ - и $\pi$ -комплексы.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	4	-
12.	Специфика синтеза фторорганических соединений.	написание конспекта, ответы на вопросы, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных журналов	4	-
<b>Итого:</b>			33	-

#### **4.7. Курсовые работы / проекты не предусмотрены учебным планом.**

### **5. Методическое обеспечение, образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных учебников, химических программ при подготовке к лекциям и лабораторным работам.

Работа в команде: совместная работа студентов в группе при подготовке к лабораторным работам, выполнение групповых домашних заданий (Раздел 1. Общая характеристика элементоорганических соединений. Металлоорганические соединения; Раздел 2. Элементоорганические соединения неметаллов).

### **6. Формы контроля освоения учебной дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим лабораторные работы по

дисциплине в различных формах: выполнение письменных домашних заданий и контрольных работ.

Промежуточный контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена.

Система оценивания учебных достижений студентов, оценочные средства представлены в фонде оценочных средств к рабочей программе учебной дисциплины (приложении).

## **7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины**

А) основная литература:

1. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия / К. Эльшенбройх. – 2-е изд. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 745 с.
2. Биометаллоорганическая химия / ред. Ж. Жауэн; пер с англ. – 2-е изд. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 505 с.
3. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений / Ю.М. Киселев, Н.А. Добрынина. – М: "Издательский центр «Академия»", 2007. – 352 с.
4. Джемилев, У.М. Металлокомплексный катализ в органическом синтезе. Алициклические соединения / У.М. Джемилев, Н.Р. Поподько, Е.В. Козлова. – М.: Химия, 1999. – 648 с.
5. Органическая химия / А. П. Нечаев, В. М. Болотов, Е. В. Комарова, П. Н. Саввин. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 700 с. – ISBN 978-5-507-48181-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/367301> (дата обращения: 03.01.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б) дополнительная литература:

1. Перевалова, Э.Г. Методы элементоорганической химии: Железоорганические соединения. Ферроцен / Э.Г. Перевалова, М.Д. Решетова, К.И. Грандберг. – М.: Наука, 1983. – 544 с.
2. Никитина, Т.В. Методы элементоорганической химии: Металлоорганические соединения железа / Т.В. Никитина; ред.: А.Н. Несмеянов, К.А. Кочешков. – М.: Наука, 1985. – 400 с.
3. Несмеянов, А.Н. Методы элементоорганической химии. Бор. Алюминий. Галлий. Индий. Таллий / А.Н. Несмеянов, Р.А. Соколик; ред.: А.Н. Несмеянов, К.А. Кошечков. – М.: Наука, 1964. – 499 с.
4. Андрианов, К.А. Методы элементоорганической химии. Кремний / К.А. Андрианов. – М.: Наука, 1968. – 699 с.

5. Журавская, О. А. Основные классы органических соединений и их реакционная способность : учебное пособие / О. А. Журавская. – Самара : РЕАВИЗ, 2011. – 56 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/10150.html> (дата обращения: 27.04.2022). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

В) Интернет-ресурсы:

1. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
2. [www.elementy.ru](http://www.elementy.ru)
3. [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)
4. [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций, аудитория, оснащенная презентационной техникой (мультимедийная доска, проектор, экран, ноутбук).

Лабораторные работы: лаборатория органической химии, оснащенная доской, таблицами, химическими реактивами, лабораторной посудой, необходимым оборудованием.

[illegible]