

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра химической и биологической физики**



Рабочая программа дисциплины

ФИЗИЧЕСКАЯ ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	72	32			18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачетные единицы, из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С.В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	10
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	10
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	10
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	11

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Цель учебного курса «Физическая органическая химия» – дать студентам-физикам согласованный набор необходимых сведений об элементном составе, пространственной и электронной структуре, релевантных физических свойствах и реакционной способности органических соединений, а также научить их применению этих сведений в самостоятельной исследовательской работе в области химической и (или) биологической физики.

Материал лекционного курса увязывается с передовыми исследованиями всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки студентов. Специально указываются темы, активно обсуждаемые в актуальной профессиональной научной литературе. В начале каждого очередного занятия проводится интерактивная проверка усвоения предыдущего материала в интерактивной форме – умение студентов сходу отвечать на вопросы (а также формулировать их) развивает профессиональные навыки, которые будут незаменимы в дальнейшей профессиональной деятельности.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.</p> <p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Знать пространственную и электронную структуру, релевантные физические свойства и детальные механизмы основных химических реакций органических соединений.</p> <p>Уметь применять знания о структуре и механизмах химических реакций в самостоятельной работе в области химической и (или) биологической физики и ее приложений, в частности к наукам о жизни и материаловедению.</p> <p>Владеть методами анализа и интерпретации механизмов химических реакций органических соединений на основе экспериментальных фактов и теоретических представлений.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физическая органическая химия» реализуется для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика. Общая и фундаментальная физика. Курс относится к циклу специальных дисциплин. В результате прохождения курса у студентов физического факультета должны сформироваться современные представления об элементном составе и структуре (пространственной и электронной) органических соединений и механизмах их наиболее важных химических реакций, включая термодинамику, кинетику и последовательности элементарных актов. Для понимания основ дисциплины необходимо владение базовыми принципами квантовой

механики. Другими необходимыми предпосылками для успешного освоения курса являются следующие: в области физики – знание основных принципов классической механики, электродинамики и термодинамики; в области химии – знания в объеме средней школы; в области математических дисциплин – знание основ теории симметрии и топологии; а также умение применять эти знания к лекционному материалу. Необходимость владения указанными дисциплинами, особенно квантовой физикой, обусловлена тем обстоятельством, что они составляют основу для описания и понимания структуры и динамики органических молекул – в последнем случае сопровождающейся изменением их состава и (или) строения, т.е. химической реакцией.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	72	32			18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачетных единицы, из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, консультации, самостоятельная работа студента, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: решение задач из задания для самостоятельного решения

Промежуточная аттестация: экзамен

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **72** академических часа / **2** зачетные единицы:

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- самостоятельная работа, не включая период сессии – 18 часов;
- промежуточная аттестация (подготовка к экзамену, консультации, экзамен) – 22 часа.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включающая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Предмет физической органической химии и ее место среди других химических дисциплин. Специфика состава и строения органических соединений. Основные классы и структурные типы органических соединений, изомерия. Геометрия свободных молекул алканов, алкенов, алкинов и аренов. Отсутствие концептуальных границ между органической и неорганической химией.	1	2	2			
2	Концепция гибридизации атомных орбиталей и основанная на ней структурная интерпретация основных типов химических связей в молекулах органических соединений. Молекулярные орбитали. Физические свойства органических молекул: энергия ионизации и теорема Купманса для занятых молекулярных орбиталей. Неадекватность концепции гибридизации при описании электронной структуры органических соединений.	2	2	2			
3	Граничные орбитали, электроотрицательность по Малликену и абсолютная жесткость по Пирсону. Электроотрицательность по Полингу и ее использование для оценки полярности ковалентной связи. Эффективный заряд и ковалентный радиус атома в молекуле. Дипольный момент и его связь с симметрией молекулы. Поляризуемость химической связи.	3	2	2			
4.	Функциональные группы и основанная на них классификация органических соединений. Реакционная способность: основные понятия, общая классификация химических реакций. Основные типы реакций и реагентов в органической химии: реакции замещения, присоединения, элиминирования и	4	4	2		2	

	изомеризации (перегруппировки); нуклеофилы, электрофилы и радикалы. Типичные примеры реакций замещения и присоединения.						
5.	Типичные примеры реакций элиминирования и изомеризации. Топологическая классификация органических реакций. Классические представления о влиянии структуры молекул на механизмы реакций: стереоэлектронные эффекты заместителей: индуктивный эффект, мезомерный эффект, гиперконъюгация; ван-дер-ваальсовы радиусы атомов и функциональных групп.	5	4	2		2	
6.	Молекулярно-орбитальная интерпретация стереоэлектронных эффектов заместителей в органических молекулах.	6	2	2			
7.	Энергетика и кинетика химических реакций. Термодинамические функции: энтальпия, энтропия и свободная энергия Гиббса. Тепловые эффекты химических реакций. Теплота образования химических соединений. Теория переходного состояния. Постулат Хэммонда. Энергия активации и скорость химической реакции. Лимитирующая стадия. Термодинамический и кинетический контроль химической реакции.	7	4	2		2	
8.	Теория граничных орбиталей. Сравнительная эффективность орбитальных взаимодействий при формировании переходного состояния. Количественная оценка эффективности орбитальных взаимодействий: уравнение Клопмана-Салема и его анализ.	8	4	2		2	
9.	Теория Пирсона абсолютной жесткости. Жесткие и мягкие кислоты (электрофилы) и основания (нуклеофилы). Связь с уравнением Клопмана-Салема. Упрощенное уравнение Клопмана-Салема.	9	2	2			
10.	Механизмы реакций замещения. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода: механизмы S_N1 , S_N2 и S_Ni . Стереохимические аспекты: хиральность, энантиомерия, рацемизация. Анхимерное содействие замещению. Влияние вступающих и уходящих групп.	10	4	2		2	
11.	Замещение в ароматических соединениях. Особенности электронной структуры аренов. Правило Хюккеля. Дьюаровская энергия резонанса. Ароматичность и антиароматичность. Нуклеофильное замещение: механизмы S_N2ar и ариновый; викариозное замещение.	11	4	2		2	

12.	Электрофильное замещение в ароматических соединениях: нитрование, галогенирование, реакция Фриделя-Крафтса, сульфирование. Ориентация замещения: орто/пара- и мета-замещение; ипсо-замещение.	12	2	2				
13.	Радикальное замещение. Методы генерации радикалов и их реакционная способность. Радикальное галогенирование и окисление алканов; цепные и не цепные реакции. Радикальное замещение в аренах: фенилирование и гидроксילирование. Механизмы реакций присоединения. Электрофильное присоединение к алкенам: бромирование. Региоселективное присоединение галогеноводородов: правило Марковникова. Гидратация, гидроксילирование. Особенности электрофильного присоединения к сопряженным диенам. Радикальное присоединение к алкенам, сопряженным диенам и аренам. Нуклеофильное присоединение к непредельным соединениям.	13	5	3		2		
14.	Механизмы перicyклических реакций. Циклоприсоединение: реакции Дильса-Альдера, 1,3-диполярного циклоприсоединения и хелетропные. Сигматропные перегруппировки: 1,5-сигматропный сдвиг и перегруппировка Коупа. Электроциклические реакции. Стереохимия перicyклических реакций. Правила Вудворда-Хоффмана. Принцип Эванса.	14	5	3		2		
15.	Механизмы реакций элиминирования. Нуклеофильное элиминирование с образованием двойной связи: механизмы E1, E2 и E1cB и их стереохимия. 1,1-Элиминирование. Электрофильное элиминирование. Радикальное элиминирование. Механизмы перегруппировок: перегруппировки Вагнера-Меервейна и аллильная.	15-16	4	2		2		
	Групповая консультация		2				2	
	Самостоятельная подготовка обучающегося к экзамену		18				18	
	Экзамен		2				2	
Всего				72	32		18	22

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

1. Химия как наука. Органическая химия. Специфика состава и строения органических соединений. Исторические, информационные и дидактические причины выделения органической химии в отдельную дисциплину. Физическая химия. Физическая органическая химия – ее предмет и место среди других химических дисциплин. Основные типы органических соединений. Основные структурные классы органических соединений, изомерия. Геометрия свободных молекул алканов, алкенов, алкинов и аренов. Отсутствие концептуальных границ между органической химией и другими химическими дисциплинами: химия – единый предмет. (2 часа)
2. Концепция гибридизации атомных орбиталей (АО) и основанная на ней структурная интерпретация основных типов химических связей в молекулах органических соединений. Область применимости концепции гибридизации АО. Неадекватность концепции гибридизации при описании электронной структуры органических соединений. Функциональные и субстанциальные модели в науке. Большая концептуальная близость химии к нечеткой логике (fuzzy logic), чем к формальной. (2 часа)
3. Молекулярные орбитали (МО). Физические свойства органических молекул: энергия ионизации и теорема Коопманса для занятых МО. Типичные значения энергий ионизации основных классов органических соединений. Сродство к электрону и теорема Купманса для виртуальных МО. Типичные значения сродства к электрону основных классов органических соединений. Граничные орбитали, электроотрицательность по Малликену и абсолютная жесткость по Пирсону. Типичные значения жесткости по Пирсону основных классов органических соединений. Электроотрицательность по Аллену – третье измерение периодической таблицы элементов. (2 часа)
4. Электроотрицательность по Полингу и ее использование для оценки полярности ковалентной связи. Эффективный заряд и ковалентный радиус атома в молекуле. Дипольный момент молекулы и его связь с ее симметрией. Поляризуемость химических соединений. (2 часа)
5. Функциональные группы и основанная на них классификация органических соединений. Реакционная способность: основные понятия, общая классификация химических реакций. Основные типы реакций и реагентов в органической химии: реакции замещения, присоединения, элиминирования и изомеризации (перегруппировки); нуклеофилы, электрофилы и радикалы. Типичные примеры реакций замещения и присоединения. (2 часа)
6. Типичные примеры реакций элиминирования и изомеризации. Топологическая классификация органических реакций. Классические представления о влиянии структуры молекул на механизмы реакций: стереоэлектронные эффекты заместителей: индуктивный эффект, мезомерный эффект, гиперконъюгация; ван-дер-ваальсовы радиусы атомов и функциональных групп. (2 часа)
7. Термодинамика и кинетика химических реакций. Термодинамические функции: энтальпия, энтропия и свободная энергия Гиббса. Условие протекания химической реакции. Изменение энтальпии в ходе химической реакции и ее связь с тепловым эффектом реакции. Изменение энтропии в ходе химической реакции. Теория переходного состояния. Постулат Хэммонда. Возможность надежного квантово-химического расчета переходного состояния. Энергия активации и скорость химической реакции. Лимитирующая стадия. Термодинамический и кинетический контроль химической реакции. (2 часа)
8. Теория граничных орбиталей. Сравнительная эффективность орбитальных взаимодействий при формировании переходного состояния. Количественная оценка эффективности орбитальных взаимодействий: уравнение Клопмана-Салема и его анализ. Область применимости уравнения Клопмана-Салема. (2 часа)
9. Теория Пирсона абсолютной жесткости. Жесткие и мягкие кислоты (электрофилы) и основания (нуклеофилы). Связь с уравнением Клопмана-Салема. Упрощенное уравнение Клопмана-Салема и его применение при анализе реакционной способности органических соединений. (2 часа)

10. Механизмы реакций замещения. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода: механизмы SN_1 , SN_2 и SN_i . Стереохимические аспекты: хиральность, энантиомерия, рацемизация. Анхимерное содействие замещению. Влияние вступающих и уходящих групп. (2 часа)

11. Замещение в ароматических соединениях. Особенности электронной структуры аренов. Правило Хюккеля и его молекулярно-орбитальная интерпретация. Дьюаровская энергия резонанса. Ароматичность и антиароматичность. Нуклеофильное замещение: механизмы SN_{2ar} и ариновый; викариозное замещение. (2 часа)

12. Электрофильное замещение в ароматических соединениях: нитрование, галогенирование, реакция Фриделя-Крафтса, сульфирование. Ориентация замещения: орто/пара- и мета-замещение; ипсо-замещение. Радикальное замещение. Методы генерации радикалов и их реакционная способность. Электрофильные и нуклеофильные радикалы. Радикальное галогенирование и окисление алканов; цепные и не цепные реакции. Радикальное замещение в аренах: фенилирование и гидроксילирование. (2 часа)

13. Механизмы реакций присоединения. Электрофильное присоединение к алкенам: бромирование. Региоселективное присоединение галогеноводородов: правило Марковникова и его интерпретация. Гидратация, гидроксילирование. Особенности электрофильного присоединения к сопряженным диенам. Радикальное присоединение к алкенам, сопряженным диенам и аренам. Нуклеофильное присоединение к непредельным соединениям. (3 часа)

14. Механизмы перциклических реакций. Циклоприсоединение: реакции Дильса-Альдера, 1,3-диполярного циклоприсоединения и хелетропные. Сигматропные перегруппировки: 1,5-сигматропный сдвиг и перегруппировка Коупа. Электроциклические реакции. Стереохимия перциклических реакций. Правила Вудворда-Хоффмана. Принцип Эванса. (3 часа)

15. Механизмы реакций элиминирования. Нуклеофильное элиминирование с образованием двойной связи: механизмы $E1$, $E2$ и $E1cB$ и их стереохимия. 1,1-Элиминирование. Электрофильное элиминирование. Радикальное элиминирование. Механизмы перегруппировок: перегруппировки Вагнера-Меервейна и аллильная. (2 часа)

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	18 часов
Подготовка к экзамену	18 часов

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. П. Сайкс, Механизмы реакций в органической химии – вводный курс, М.: Химия, 2000.
2. В.И. Минкин, Б.Я. Симкин, Р.М. Миняев, Теория строения молекул, М.: Высшая школа, 1979.

5.2. Дополнительная литература

1. Р. Бейдер, Атомы в молекулах (квантовая теория), Москва: Мир, 2001.
2. П. Сайкс, Механизмы реакций в органической химии, М.: Химия, 1977.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

1. П. Сайкс, Механизмы реакций в органической химии – вводный курс, М.: Химия, 2000.
2. В.И. Минкин, Б.Я. Симкин, Р.М. Миняев, Теория строения молекул, М.: Высшая школа, 1979.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

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

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «Физическая органическая химия» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется по оценочной системе в ходе семестра путем проведения выборочного опроса, при этом часть вопросов формулируют сами студенты. Оценка знаний, умений, навыков и освоения компетенций обучающимися в рамках текущего контроля может проводиться согласно шкале и критериям, представленным ниже.

Оценка за работу в семестре учитывает посещаемость студентом лекций и его активность на них, включая ответы на контрольные вопросы. Курс является исключительно лекционным, задания для самостоятельного решения не предполагаются. При наличии заинтересованности студента предполагается самостоятельное чтение рекомендуемой и дополнительной оригинальной научной литературы, указанной в учебном пособии по курсу.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенции ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области Физической органической химии в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене с учётом результатов текущего контроля успеваемости. Итоговая оценка не может быть выше «3» («удовлетворительно»), если оценка за работу в семестре «2» («неудовлетворительно»). Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию, в устной форме, по билетам, включающим два вопроса. Уровень сформированности компетенций оценивается преподавателем по пятибалльной шкале с учётом критериев (таблица 2) по результатам ответов на вопросы билета и на дополнительные уточняющие вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» - уровень усвоения компетенций не сформирован.

Для получения оценки «удовлетворительно» (пороговый уровень освоения компетенций) необходимо продемонстрировать минимально необходимые базовые знания предмета и умение ими пользоваться.

Для получения оценки «хорошо» (базовый уровень освоения компетенций) нужно полностью ответить на два вопроса билета (допускается несколько несущественных ошибок) и, хотя бы частично, но по сути, на дополнительные вопросы.

Для получения оценки «отлично» (продвинутый уровень освоения компетенций) необходимо полностью ответить на два вопроса из билета и дополнительные вопросы.

Обучающийся, имеющий неудовлетворительные результаты при прохождении промежу-

точной аттестации, обязан ликвидировать академическую задолженность по дисциплине, согласно установленным факультетом срокам прохождения повторной промежуточной аттестации. Сроки проведения повторной промежуточной аттестации согласовываются с преподавателем и утверждаются распоряжением декана.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.	Знать пространственную и электронную структуру, релевантные физические свойства и детальные механизмы основных химических реакций органических соединений.	Проведение контрольных работ, экзамен.
ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области	Уметь применять знания о структуре и механизмах химических реакций в самостоятельной работе в области химической и (или) биологической физики и ее приложений, в частности к наукам о жизни и материаловедению.	Проведение контрольных работ, экзамен.
ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	Владеть методами анализа и интерпретации механизмов химических реакций органических соединений на основе экспериментальных фактов и теоретических представлений.	Проведение контрольных работ, экзамен.

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Физическая органическая химия».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры типовых домашних заданий и заданий для проверки усвоения лекционного материала для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

1. Приведите примеры реакций электрофильного замещения.
2. Какие существуют типы нуклеофильного замещения?
3. Что такое термодинамический и кинетический контроль химической реакции?
4. Объясните физический смысл слагаемых в уравнении Клопмана-Салема.

Примеры некоторых типовых заданий для самостоятельного решения для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся

1. Сформулируйте критерии ароматичности и антиароматичности

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Физическая органическая химия»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного