

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра органической химии

Авторы-составители: **Байбародских Даниил Владимирович
Дмитриев Максим Викторович**

Рабочая программа дисциплины
СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
Код УМК 85068

Утверждено
Протокол №2
от «31» августа 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Строение и свойства органических соединений

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Специальность: **04.05.01** Фундаментальная и прикладная химия
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Строение и свойства органических соединений** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области

ПК.4 способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	13
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (13 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Строение и свойства органических соединений

В курсе "Строение и свойства органических соединений" рассматриваются вопросы химической связи, пространственного и электронного строения органических веществ, а также вопросы, касающиеся строения и свойств реакционноспособных частиц (таких как карбокатионы, карбанионы, свободные радикалы, карбены и др.), проблемы кислот и оснований. Основой, на которой строится курс, является теория химического строения и взаимного влияния атомов, а также теория переходного состояния, которые в настоящее время не потеряли актуальности и наиболее широко используются химиками – органиками, специализирующимися в области физической органической химии. Одной из важнейших задач курса является изучение возможностей квантовохимической теории реакционной способности, и в первую очередь метода возмущений молекулярных орбиталей при интерпретации механизмов реакций и реакционной способности органических соединений, а также на более высоком уровне понимание связи современных теорий строения вещества с классическими представлениями качественной электронной теории в органической химии.

Химическая связь и строение молекул

Рассмотрение химической связи и строения молекул методом валентных связей. Электроотрицательность, ЖМКО. Поляризация. Дипольный момент. Электронные эффекты заместителей. Метод ОЭПВО. Метод Молекулярных орбиталей. МОХ. ВМО. Метод функционала плотности. Метод поверхности потенциальной энергии.

Основы стереохимии

Понятие энантиимерии, диастереомерии. Динамической стереохимии. Прохиральность молекул.

Конформационные и другие пространственные эффекты молекул

Пространственное напряжение и механика молекул. Конформации циклических молекул. Влияние конформационных Факторов на реакционную способность.

Изучение и описание механизмов органических реакций

Термодинамические данные. Кинетические данные. Принципы БЭП. Эффекты заместителей и принцип линейности свободных энергий. Основные концепции механизма: кинетический и термодинамический контроль, Постулат Хэммонда, принцип Кертвина-Гаммета. Изотопные эффекты. Катализ. Эффекты растворителей. Характеристика интермедиатов реакции

Реакционноспособные интермедиаты органических реакций

Свободные радикалы. Карбены и нитрены. Карбокатионы. Карбониевые и карбениевые ионы. Неклассические карбокатионы. Карбанионы. Ион-радикалы. Напряженные углеводороды. Циклические аллены. Арины и гетарины.

Основные механизмы органических реакций

Нуклеофильное замещение. Предельные случаи нуклеофильного замещения (механизмы SN1 и SN2). Нуклеофильность. Влияние уходящих групп. Влияние пространственных и других эффектов растворителей на скорость замещения и ионизацию. Стереохимия нуклеофильного замещения. Участие соседних групп. Перегруппировки карбониевых ионов. Гидратация и присоединение спиртов к альдегидам и кетонам. Карбонильные соединения в реакциях присоединения отщепления. Гидролиз эфиров, амидов и родственных соединений. Ацилирование нуклеофильных реагентов. Присоединение к алкенам и алкинам. Реакции AdE и AdR. Механизмы E1, E2

и E1cb. Эффекты ориентации в реакциях элиминирования. Ароматичность. Гомоароматичность. Реакции электрофильного ароматического замещения. Реакции нуклеофильного ароматического замещения. Реакции радикального ароматического замещения. Реакции протекающие через образование аринов. Перициклические реакции. Сигматропные перегруппировки. Реакции циклоприсоединения. Общие положения. Орбитальная симметрия. Подход Дьюара-Циммермана. Фотохимия карбонильных соединений. Фотохимия алкенов и диенов. Фотохимия ароматических соединений. Генерирование, обнаружение и определение свободных радикалов. Характеристика механизмов реакций идущих через радикальные интермедиаты. Свободнорадикальные реакции замещения. Свободнорадикальные реакции присоединения.

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. Днепроvский А. С., Темникова Т. И. Теоретические основы органической химии : строение, реакционная способность и механизмы реакций органических соединений: учебник для химических специальностей вузов/А. С. Днепроvский, Т. И. Темникова.-Ленинград:Химия,1991, ISBN 5-7245-0206-2.-559.-Библиогр.: с. 547-551. - Предм. указ.: с. 552-560
2. Самуилов, Я. Д. Реакционная способность органических соединений : учебное пособие / Я. Д. Самуилов, Е. Н. Черезова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. — 430 с. — ISBN 978-5-7882-0941-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/62653>
3. Бакстон Ш. Р., Робертс С. М. Введение в стереохимию органических соединений. От метана до макромолекул: [учебное издание] : перевод с английского/Ш. Р. Бакстон, С. М. Робертс ; пер. В. М. Демьянович.-Москва:Мир,2005, ISBN 5-03-003734-9.-311.

Дополнительная:

1. Ингольд К. Теоретические основы органической химии/К. Ингольд ; пер. с английского К. П. Бутин ; ред. И. П. Белецкая.-Москва:Мир,1973.-1055.-Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 1040-1055
2. Березин, Б. Д. Органическая химия в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / Б. Д. Березин, Д. Б. Березин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 313 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03830-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/434233>
3. Потапов В. М. Стереохимия: учебное пособие для химических специальностей университетов/В. М. Потапов.-Москва:Химия,1988, ISBN 5-7245-0376-X.-463.-Библиогр.: с. 437-456. - Предм. указ.: с. 456-463

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/> Кембриджская кристаллографическая база данных

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

Образовательный процесс по дисциплине **Строение и свойства органических соединений** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Основное программное обеспечение, необходимое для поиска информации и подготовки презентаций и зачетных работ - ОС Windows, Google Chrome, Internet Explorer, Windows, Microsoft Office, пакет антивирусных программ, редакторы структурных формул (ISIS Draw, ChemOffice), Acrobat Reader, CCDC Mercury.

При освоении материала и выполнении 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

1. Лекционные занятия

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Групповые (индивидуальные) консультации

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Текущий контроль

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Самостоятельная работа

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
Строение и свойства органических соединений**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>Знать: основные теории стереохимии, основные механизмы органических реакций. Уметь: находить и анализировать информацию о строении молекул, об особенностях реакционной способности различных классов органических соединений, прогнозировать реакционную способность органических соединений Владеть: навыками оценки влияния строения, в том числе стереохимического, органических соединений на их физико-химические свойства</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает: основные теории стереохимии, основные механизмы органических реакций Не умеет: находить и анализировать информацию о строении молекул, об особенностях реакционной способности различных классов органических соединений, прогнозировать реакционную способность органических соединений Не владеет: навыками оценки влияния строения, в том числе стереохимического, органических соединений на их физико-химические свойства</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Имеет представление: основных теориях стереохимии, основных механизмах органических реакций Плохо умеет: находить и анализировать информацию о строении молекул, об особенностях реакционной способности различных классов органических соединений, прогнозировать реакционную способность органических соединений Не владеет: навыками оценки влияния строения, в том числе стереохимического, органических соединений на их физико-химические свойства</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Знает: основные теории стереохимии, основные механизмы органических реакций Умеет: находить и анализировать информацию о строении молекул, об особенностях реакционной способности различных классов органических соединений, прогнозировать реакционную способность органических соединений Плохо владеет: навыками оценки влияния</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>строения, в том числе стереохимического, органических соединений на их физико-химические свойства</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Отлично знает: основные теории стереохимии, основные механизмы органических реакций</p> <p>Хорошо умеет: находить и анализировать информацию о строении молекул, об особенностях реакционной способности различных классов органических соединений, прогнозировать реакционную способность органических соединений</p> <p>Владеет: навыками оценки влияния строения, в том числе стереохимического, органических соединений на их физико-химические свойства</p>
<p>ПК.4 способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>Знать: расчетно-теоретические и полуэмпирические модели, используемые при решении задач органической химии.</p> <p>Уметь: проводить научные исследования по сформулированной тематике, получать и интерпретировать новые научные и прикладные результаты.</p> <p>Владеть: навыками планирования и интерпретации результатов химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования органических веществ и реакций</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные механизмы органических реакций, методы установления и интерпретации механизмов органических реакций, расчетно-теоретические и полуэмпирические модели, используемые при решении задач органической химии. Не способен применять знания о механизмах классических органических реакций при анализе экспериментальных данных о реакционной способности органических соединений. Не владеет навыками интерпретации механизмов органических реакций на основе полученных или имеющихся экспериментальных данных.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеет представление об основных механизмах органических реакций, методах установления и интерпретации механизмов органических реакций, расчетно-теоретических и полуэмпирических моделях, используемых при решении задач органической химии. Слабо способен применять знания о механизмах классических органических реакций при анализе экспериментальных данных о реакционной способности органических</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>соединений. Плохо владеет навыками интерпретации механизмов органических реакций на основе полученных или имеющихся экспериментальных данных.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Хорошо знает основные механизмы органических реакций, методы установления и интерпретации механизмов органических реакций, расчетно-теоретические и полуэмпирические модели, используемые при решении задач органической химии. Удовлетворительно способен применять знания о механизмах классических органических реакций при анализе экспериментальных данных о реакционной способности органических соединений. Владеет навыками интерпретации механизмов органических реакций на основе полученных или имеющихся экспериментальных данных, но не всегда владеет ими на уровне, необходимом для самостоятельного решения задач.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>В совершенстве знает основные механизмы органических реакций, методы установления и интерпретации механизмов органических реакций, расчетно-теоретические и полуэмпирические модели, используемые при решении задач органической химии. Способен применять знания о механизмах классических органических реакций при анализе экспериментальных данных о реакционной способности органических соединений. Свободно владеет навыками интерпретации механизмов органических реакций на основе полученных или имеющихся экспериментальных данных.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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 48 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 48 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Химическая связь и строение молекул Входное тестирование	Знания основ органической химии
ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области ПК.4 способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Химическая связь и строение молекул Письменное контрольное мероприятие	Понятия о химической связи и строении молекул (метод валентных связей). Знания об электроотрицательности, ЖМКО, поляризации, дипольном моменте и электронных эффектах заместителей. Умения применять метод молекулярных орбиталей, МОХ. ВМО. Понятие о методе функционала плотности.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ПК.4 способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>Изучение и описание механизмов органических реакций</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знания о термодинамических и кинетических данных. Понятия о принципах БЭП, эффектах заместителей и принципелинейности свободных энергий. Умение применять на практике знания об основных концепциях механизмов: кинетический и термодинамический контроль, постулат Хэммонда, принцип Кертвина-Гаммета, изотопные эффекты, катализ. Понятия об эффектах растворителей. Понятия энантиомерии, диастереомерии, динамической стереохимии, прохиральности молекул. Знания о конформациях циклических молекул, влиянии конформационных факторов на реакционную способность.</p>
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ПК.4 способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>Основные механизмы органических реакций</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение применять на практике знания об основных механизмах органических реакций. Знания о закономерностях и механизмах реакций нуклеофильного замещения SN1 и SN2, реакций электрофильного и радикального присоединения, реакций элиминирования E1 и E2. Знания о механизмах реакций в ароматическом ряду. Понятия о перициклических реакциях (циклоприсоединение, электроциклические реакции, сигматропные перегруппировки) и орбитальной симметрии. Понятия о радикальных реакциях и перегруппировках. Понятия о реакционноспособных интермедиах органических реакций: карбокатионах, карбанионах, ион-радикалах и др.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Химическая связь и строение молекул

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 1го задания контрольной работы	1
Верное решение 2го задания контрольной работы	1
Верное решение 5го задания контрольной работы	1
Верное решение 4го задания контрольной работы	1
Верное решение 3го задания контрольной работы	1

Химическая связь и строение молекул

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

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 1го задания контрольной работы	5
Верное решение 2го задания контрольной работы	5
Верное решение 6го задания контрольной работы	5
Верное решение 4го задания контрольной работы	5
Верное решение 5го задания контрольной работы	5
Верное решение 3го задания контрольной работы	5

Изучение и описание механизмов органических реакций

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 4го задания контрольной работы	7
Верное решение 3го задания контрольной работы	7
Верное решение 2го задания контрольной работы	7
Верное решение 6го задания контрольной работы	6
Верное решение 1го задания контрольной работы	5
Верное решение 7го задания контрольной работы	4
Верное решение 5го задания контрольной работы	4

Основные механизмы органических реакций

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

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 1го задания контрольной работы	5
Верное решение 4го задания контрольной работы	5
Верное решение 6го задания контрольной работы	5
Верное решение 3го задания контрольной работы	5
Верное решение 5го задания контрольной работы	5
Верное решение 2го задания контрольной работы	5