

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 01.11.2023 16:41:46  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Врио проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«22» марта 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕХАНИЗМЫ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**  
Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата

**Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

**Факультет химической и биотехнологии**

**Кафедра химии и технологии синтетических биологически активных веществ**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность разработчика | Подпись | Ученое звание,<br>фамилия, инициалы |
|------------------------|---------|-------------------------------------|
| Заведующий кафедрой    |         | Профессор Крутиков В.И.             |
| Доцент                 |         | Щадилова Е.Е.                       |

Рабочая программа дисциплины «Механизмы реакций органического синтеза» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии синтетических биологически активных веществ

протокол от 10 марта 2021 № 8  
Заведующий кафедрой

В.И. Крутиков

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от 18 марта 2021 № 8

Председатель

М.В. Рутто

## СОГЛАСОВАНО

|   |  |                  |
|---|--|------------------|
| Руководитель направления подготовки<br>«Химическая технология»    |  | М.В. Рутто       |
| Директор библиотеки   |  | Т.Н. Старостенко |
| Начальник методического отдела<br>учебно-методического управления |  | Т.И. Богданова   |
| Начальник<br>учебно-методического управления                      |  | С.Н. Денисенко   |
|   |  |                  |

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... | 04 |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....   | 06 |
| 3. Объем дисциплины .....   | 06 |
| 4. Содержание дисциплины  |    |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....   | 06 |
| 4.2. Занятия лекционного типа.....  | 07 |
| 4.3. Занятия семинарского типа.....   | 08 |
| 4.3.1. Семинары, практические занятия .....   | 08 |
| 4.3.2. Лабораторные занятия.....  | 08 |
| 4.4. Самостоятельная работа.....  | 08 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....                                       | 09 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....  | 09 |
| 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....  | 09 |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....  | 09 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....  | 09 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине                                |    |
| 10.1. Информационные технологии.....  | 10 |
| 10.2. Программное обеспечение.....  | 10 |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....  | 10 |
| 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....                                 | 10 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....  | 10 |

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)  |
|---|--|--|
| <p align="center"><b>ПК-4</b></p> <p>Планирование и проведение физических и химических экспериментов, прогнозирование и обработка полученных результатов, оценка погрешности, выдвижение гипотезы, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> | <p><b>ПК-4.2</b></p> <p>Прогнозирование биологической активности веществ на основании результатов физических и химических методов исследований, математического моделирования</p>                    | <p><b>Знать:</b></p> <p>Физические и химические методы исследований для прогнозирования биологической активности веществ (ЗН-1)</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>анализировать химические реакции по типу реагента (У-1)</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>Основами математического моделирования строения вещества с заданными свойствами свойства (Н-1)</p> |
|   | <p><b>ПК-4.3</b></p> <p>Прогнозирование биологической активности веществ на основании результатов физических и химических методов исследований, теоретического и экспериментального исследования</p> | <p><b>Знать:</b></p> <p>влияние строения вещества на его свойства (ЗН-2)</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>классифицировать химические реакции по типу реагента (У-2)</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>основными методами контроля за ходом протекания химического превращения (Н-2)</p>  |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Механизмы реакций органического синтеза» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.01.02) и является дисциплиной по выбору, изучается на 5 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физическая химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Введение в химическую технологию и основы научных исследований» и «Химические основы физиологии растений и животных». Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы   | Всего,<br>ЗЕ/академ. часов |
|--|----------------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b><br>(зачетных единиц/ академических часов) | <b>5/180</b>               |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>                                     | <b>14</b>                  |
| занятия лекционного типа   | 8                          |
| занятия семинарского типа, в т.ч.  | -                          |
| семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)           | 6(6)                       |
| лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)                      | -                          |
| Курсовая работа (КР)   | -                          |
| КСР  | -                          |
| другие виды контактной работы  | -                          |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>157</b>                 |
| <b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)                        | 3Кр                        |
| <b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)                 | Зачет/9                    |

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины  | Занятия лекционного типа, академ. часы | Занятия семинарского типа, академ. часы |                     | Самостоятельная работа, академ. часы | Формируемые компетенции | Формируемые индикаторы |
|-------|--|--|---|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|
|       |  |  | Семинары и/или практические занятия     | Лабораторные работы |                                      |                         |                        |
| 1     | Введение   | 0,5                                    | -                                       | -                   | -                                    | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |
| 2     | Типы химической связи  | 0,5                                    | -                                       | -                   | 15                                   | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |
| 3     | Теория кислот и оснований  | 0,5                                    | -                                       | -                   | 15                                   | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |
| 4     | Классификация реакций и реагентов  | 0,5                                    | -                                       | -                   | 15                                   | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |
| 5     | Нуклеофильное замещение  | 0,5                                    | 1                                       | -                   | 15                                   | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |
| 6     | Реакции нуклеофильного отщепления  | 0,5                                    | -                                       | -                   | 15                                   | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |
| 7     | Нуклеофильная атака карбонильной связи   | 1                                      | 1                                       | -                   | 15                                   | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |
| 8     | Электрофильное присоединение по кратным связям                                 | 1                                      | 1                                       | -                   | 15                                   | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |
| 9     | Электрофильное замещение в ароматическом ряду                                  | 1                                      | 2                                       | -                   | 15                                   | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |
| 10    | Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду                                   | 1                                      | -                                       | -                   | 15                                   | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |
| 11    | Краткое введение в практику использования метода ядерного магнитного резонанса | 1                                      | 1                                       | -                   | 22                                   | ПК-4                    | ПК-4.2, ПК-4.3         |

#### 4.2. Занятия лекционного типа

| № раздела дисциплин | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|---------------------|--|-------------------|---------------------|
| 1                   | <u>Введение.</u> Цели и задачи дисциплины, программа, основная литература. Общий обзор современного состояния знаний о механизмах химических реакций, реакционной способности органических соединений.   | 0,5               | ЛВ                  |
| 2                   | <u>Типы химической связи.</u> Теория химической связи. Типы химических связей (ковалентная, электровалентная, координационная). Октетная теория Косселя-Льюиса. Квантовые числа. Принцип Паули. Строение атомов H, C, F, O, P, N. Волновая функция. Атомные и молекулярные орбитали. Метод ЛКАО. Связывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали (МО). Порядок связи. Соединения с изоэлектронной структурой. Гибридизация, строение $sp^3$ , $sp^2$ и $sp$ -орбиталей.<br>Электронные эффекты. Статическая и динамическая поляризация. Электроотрицательность, шкалы Полинга и Малликена. Индукционный эффект. Экспериментальная оценка. Недостаточность представления только об индукционном эффекте. Эффект сопряжения. Сверхсопряжение. Количественная оценка электронных эффектов. | 0,5               | ЛВ, РД              |
| 3                   | <u>Теория кислот и оснований.</u> Понятия кислот и оснований. Определения Бренстеда и Льюиса. Количественная оценка кислотности, константы кислотности, $pK_a$ , pH. Закономерности изменения кислотных свойств основных классов органических соединений. О-Н-кислоты (спирты, фенолы, карбоновые кислоты). <i>Орто</i> -эффект. Кислотность двухосновных карбоновых кислот. Закономерности изменения основности органических оснований. Концепция жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).   | 0,5               | ЛВ, Д               |
| 4                   | <u>Классификация реакций и реагентов.</u> Термодинамические условия протекания реакций. Энтальпия и энтропия. Экспериментальное определение термо-динамических параметров. Классификация реакций и реагентов. Роль растворителей при проведении химических процессов. Общая и специфическая сольватация. Классификация растворителей. Межфазный катализ.   | 0,5               | ЛВ, Д               |

| № раздела дисцип | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|------------------|---|-------------------|---------------------|
| 5                | <u>Нуклеофильное замещение.</u> Сравнение моно- и бимолекулярных механизмов нуклеофильного замещения: кинетика, стереохимия, термодинамика. Влияния заместителей (анхимерное содействие); уходящей группы; нуклеофильного реагента. Количественная оценка нуклеофильности. Уравнения Свейна-Скотта. Амбидентные (бифункциональные) нуклеофилы и субстраты. Правило Корнблюма. Влияние растворителя на скорость реакций $S_N1$ и $S_N2$ . Конкуренция между моно- и бимолекулярными механизмами.   | 0,5               | ЛПК, РД             |
| 6                | <u>Реакции нуклеофильного отщепления.</u> Механизмы E1 и E2. Механизм E1cB. Конкуренция между механизмами E1 и $S_N1$ . Типы переходных состояний в реакциях E2. Ориентация образующейся двойной связи. Правила Зайцева и Гофмана. Факторы, определяющие ориентацию двойной связи.  | 0,5               | ЛВ, Д               |
| 7                | <u>Нуклеофильная атака карбонильной связи.</u> Поляризация связи C=O. Зависимость характера продуктов реакции от типа карбонильных соединений. Изменение реакционной способности от типа карбонильного соединения и размеров заместителей. Кислотно-основной катализ в нуклеофильной атаке карбонильных соединений. Гидролиз сложных эфиров; механизмы гидролиза <i>AAc2</i> , <i>BAc2</i> , <i>AAlk1</i> , <i>BAlk1</i> , <i>BAlk2</i> . Конденсация карбонильных соединений. Сложноэфирная конденсация Кляйзена; реакция Дикмана.               | 1                 | ЛВ, Д               |
| 8                | <u>Электрофильное присоединение по кратным связям.</u> Возможные механизмы присоединения по кратным связям C=C. Доказательства электрофильного характера присоединения. Правило Марковникова. Открытый карбокатион. Стереоспецифичность присоединения. Понятие о мостиковых ионах.  | 1                 | ЛПК, Д              |
| 9                | <u>Электрофильное замещение в ароматическом ряду.</u> Возможные механизмы замещения в ароматическом ряду. Главные электрофильные реагенты. Механизм электрофильного замещения; $\pi$ - и $\sigma$ -комплексы. Распределение электронной плотности в $\sigma$ -комплексе. Направление электрофильной атаки в случае замещенных производных бензола. Активирующие и дезактивирующие заместители; <i>орто</i> -, <i>пара</i> - и <i>мета</i> -ориентирующие заместители. Ориентация электрофильной атаки в случае двузамещенных производных бензола. | 1                 | ЛВ, Д               |
| 10               | <u>Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.</u> Условия протекания нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Возможные механизмы замещения. Двухстадийный механизм замещения: $Ad_N - E_N$ . Комплексы Мейзенгеймера.   | 1                 | ЛПК, Д              |

| № раздела дисциплин | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|---------------------|---|-------------------|---------------------|
| 11                  | <u>Краткое введение в практику использования метода ядерного магнитного резонанса.</u> Физические основы явления ЯМР. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра. Основные параметры спектров: химический сдвиг, константа спин-спинового взаимодействия, интеграл. Правило мультиплетности, распределение интенсивности полос в мультиплете (треугольник Паскаля). Практическая обработка спектров. Применение программ для обработки спектров (1D WINNMR и др.). | 1                 | ЛВ, Д               |

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы |                             | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|-----------------------------|---------------------|
|                      |  | всего             | в том числе на практическую |                     |
| 5                    | <u>Нуклеофильное замещение.</u> Количественная оценка нуклеофильности. Уравнения Свейна-Скотта.  | 1                 | 1                           | МГ                  |
| 7                    | <u>Нуклеофильная атака карбонильной связи.</u> Конденсация карбонильных соединений. Сложноэфирная конденсация Кляйзена; реакция Дикмана.   | 1                 | 1                           | МГ                  |
| 8                    | <u>Электрофильное присоединение по кратным связям.</u> Открытый карбокатион. Стереоспецифичность присоединения. Понятие о мостиковых ионах.  | 1                 | 1                           | МГ                  |
| 9                    | <u>Электрофильное замещение в ароматическом ряду.</u> Направление электрофильной атаки в случае замещенных производных бензола. Активирующие и дезактивирующие заместители; <i>орто</i> -, <i>пара</i> - и <i>мета</i> -ориентирующие заместители. Ориентация электрофильной атаки в случае двузамещенных производных бензола. | 2                 | 2                           | МГ                  |

| №<br>раздела<br>дисциплин<br>ы | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия   | Объем,<br>акад. часы |  | Инноваци<br>онная<br>форма |
|--------------------------------|---|----------------------|--|----------------------------|
|                                |   | всего                | в том числе<br>на<br>практически<br>ую |                            |
| 11                             | <u>Краткое введение в практику использования метода ядерного магнитного резонанса.</u> Практическая обработка спектров. Применение программ для обработки спектров (1D WINNMR и др.). | 1                    | 1                                      | МГ                         |

#### 4.3.2. Лабораторные работы

Лабораторные работы по данной дисциплине учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- умение пользоваться обширным справочным аппаратом;
- подготовку к сдаче коллоквиумов;
- подготовку к выполнению лабораторных работ;
- подготовку к сдаче зачета.

| №<br>раздела<br>дисциплины | Перечень вопросов для<br>самостоятельного изучения   | Объем,<br>акад.<br>часы | Форма<br>контроля |
|----------------------------|--|-------------------------|-------------------|
| 2                          | <u>Типы химической связи.</u> Электронные эффекты. Статическая и динамическая поляризация. Электроотрицательность, шкалы Полинга и Малликена. Индукционный эффект. Экспериментальная оценка. Недостаточность представления только об индукционном эффекте. Эффект сопряжения. Сверхсопряжение. Количественная оценка электронных эффектов. | 15                      | Устный опрос      |

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения  | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|--|-------------------|----------------|
| 3                    | <u>Теория кислот и оснований.</u> Кислотность двухосновных карбоновых кислот. Закономерности изменения основности органических оснований. Концепция жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).  | 15                | Устный опрос   |
| 4                    | <u>Классификация реакций и реагентов.</u> Роль растворителей при проведении химических процессов. Общая и специфическая сольватация. Классификация растворителей. Межфазный катализ.   | 15                | Устный опрос   |
| 5                    | <u>Нуклеофильное замещение.</u> Количественная оценка нуклеофильности. Уравнения Свейна-Скотта.  | 15                | Устный опрос   |
| 6                    | <u>Реакции нуклеофильного отщепления.</u> Ориентация образующейся двойной связи. Правила Зайцева и Гофмана. Факторы, определяющие ориентацию двойной связи.  | 15                | Устный опрос   |
| 7                    | <u>Нуклеофильная атака карбонильной связи.</u> Кислотно-основной катализ в нуклеофильной атаке карбонильных соединений. Гидролиз сложных эфиров; механизмы гидролиза <i>AAc2</i> , <i>BAc2</i> , <i>AAlk1</i> , <i>BAlk1</i> , <i>BAlk2</i> .  | 15                | Устный опрос   |
| 8                    | <u>Электрофильное присоединение по кратным связям.</u> Открытый карбокатион. Стереоспецифичность присоединения. Понятие о мостиковых ионах.  | 15                | Устный опрос   |
| 9                    | <u>Электрофильное замещение в ароматическом ряду.</u> Ориентация электрофильной атаки в случае двузамещенных производных бензола.  | 15                | Устный опрос   |
| 10                   | <u>Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.</u> Условия протекания нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Возможные механизмы замещения.  | 15                | Устный опрос   |
| 11                   | <u>Краткое введение в практику использования метода ядерного магнитного резонанса.</u> Основные параметры спектров: химический сдвиг, константа спин-спинового взаимодействия, интеграл. Правило мультиплетности, распределение интенсивности полос в мультиплете (треугольник Паскаля). | 22                | Устный опрос   |

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями)

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### Вариант № 1

1. Типы химической связи. Теория октета Коссея-Льюиса. Строение электронных оболочек.
2. Понятия субстрата и реагента. Классификация реакций по реагирующим частицам.
3. Межфазный катализ. Типы межфазных катализаторов.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачтено».

## 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

### а) печатные издания:

1. Граник, В.Г. Лекарства: фармакологический, биохимический и химический аспекты / В. Г. Граник. Москва: Вузовская книга, 2006. - 407 с. ISBN 5-9502-0124-8.
2. Основы курсового и дипломного проектирования: учебное пособие / Г. П. Шапошников [и др.]; Ивановский государственный химико-технологический университет; Иваново, 2010. – 200 с. ISBN 978-5-9616-0361-3.
3. Солдатенков, А.Т. Пестициды и регуляторы роста: прикладная органическая химия / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, А. Ле Туан – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 223 с. ISBN 978-5-9963-0202-4.
4. Основы проектирования химических производств: учеб. Для вузов / под ред. А. И. Михайличенко. – Москва: ИКЦ «Академкнига», 2006.– 332 с. ISBN 5-94628-131-3
5. Краткий справочник физико-химических величин. Изд.одиннадцатое, испр. и дополн./ под ред. А.А. Равделя и А.М.Пономаревой – Москва: ООО «ТИД «Аз-book», 2009. – 240 с. ISBN 978-5-905034-03-0.
6. Гартман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учебное пособие для вузов по спец. "Основные процессы химических производств и химическая кибернетика" / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. – Москва: Академкнига, 2006. - 416 с. ISBN: 5-94628-268-9
7. Основы токсикологии: учебное пособие для вузов / П. П. Кукин, Н. Л. Пономарев, К. Р. Таранцева [и др.] - Москва : Высшая школа, 2008. - 279 с. ISBN 978-5-06-005717-1.
8. Фаддеев, М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента: учебное

пособие / М. А. Фаддеев. – Санкт-Петербург, Москва, Краснодар: Лань, 2008. - 117 с. ISBN 978-5-81114-0817-7.

#### **б) электронные учебные издания:**

1. Крутиков, В.И. Синтез, свойства и биологическая активность ароматических галогенкетонов: учебное пособие / В.И. Крутиков, В.В. Крутикова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии синтетических биологически активных веществ. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 48 с. СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.03.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Крутиков, В.И. Особенности физиологического действия фосфорорганических соединений и их детоксикация: учебное пособие / В.И. Крутиков, В.В. Крутикова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии синтетических биологически активных веществ. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2008.- 80 с. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.03.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Еркин, А.В. Способы синтеза и химической модификации некоторых реакционноспособных пиримидинов: учебное пособие / А.В. Еркин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии синтетических биологически активных веществ. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 17 с. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.03.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. Масленников, И.Г. Механизмы реакций органического синтеза (гетеролитические реакции): учебное пособие/ И.Г. Масленников; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии синтетических биологически активных веществ. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 98 с. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.03.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. Масленников, И.Г. Основы проектирования производств органического синтеза: учебное пособие/ И.Г. Масленников, В.И. Крутиков, К.И. Еремин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии синтетических биологически активных веществ. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 132 с. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.03.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6. Масленников, И.Г. Химия и технология пестицидов: учебное пособие/ И.Г. Масленников; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии синтетических биологически активных веществ. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. – 123 с. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.03.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

#### **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

**- Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)**

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114\_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.lti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство IOP (Великобритания);

[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Механизмы реакций органического синтеза» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

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

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;  
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение**

Microsoft Office (Microsoft Excel);

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника и компьютерный класс с персональными компьютерами.

Для проведения лабораторных и практических занятий используется следующее оборудование: дистилляторы, весы, центрифуга напольная, сушильный шкаф, морозильная камера, компьютер, ЯМР спектрометр, ИК спектрометр, дериватограф, УФ кабинет, рефрактометр, насос вакуумный, сушильный шкаф, муфельные печи, весы аналитические, спектрофотометр, прибор для определения температуры плавления, иономер, УФ-кабинет, рефрактометр, микроскоп. Лабораторная посуда: биологический. Стеклоаналитическая: колбы, мерные цилиндры, водоструйный насос, холодильник, чашки Петри, колба Бунзена, воронка Бюхнера, ртутный термометр.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Механизмы реакций органического синтеза»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

| Индекс компетенции | Содержание   | Этап формирования |
|--------------------|--|-------------------|
| ПК-4               | Планирование и проведение физических и химических экспериментов, прогнозирование и обработка полученных результатов, оценка погрешности, выдвижение гипотезы, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | промежуточный     |

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Показатели сформированности (дескрипторы)   | Критерий оценивания                         | Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)  |   |  |
|---|---|---|---|---|--|
|   |   |   | «не зачтено» (пороговый)  | «зачтено» (пороговый)   | «зачтено» (высокий)  |
| ПК-4.2<br>Прогнозирование биологической активности веществ на основании результатов физических и химических методов исследований, математического моделирования | Приводит примеры физических и химических методов исследования для прогнозирования биологической активности веществ (ЗН-1) | Правильные ответы на вопросы №1-20 к зачету | Не приводит примеры физических и химических методов исследования для прогнозирования биологической активности веществ | Приводит примеры физических и химических методов исследования для прогнозирования биологической активности веществ, но с наводящими вопросами | Приводит примеры физических и химических методов исследования для прогнозирования биологической активности веществ, сравнивает и анализирует |
|   | Поясняет закономерности анализа химических реакций по типу реагента (У-1)   | Правильные ответы на вопросы №1-20 к зачету | Не поясняет закономерности анализа химических реакций по типу реагента  | Поясняет закономерности анализа химических реакций по типу реагента   | Сопоставляет и делает выводы по закономерностям анализа химических реакций по типу реагента  |
|   | Выполняет алгоритм математического моделирования строения вещества с заданными свойствами (Н-1)                           | Правильные ответы на вопросы №1-20 к зачету | Не выполняет алгоритм математического моделирования строения вещества с заданными свойствами                          | Имеет навыки выполнения алгоритма математического моделирования строения вещества с заданными свойствами                                      | Демонстрирует уверенные навыки выполнения алгоритма математического моделирования строения вещества с заданными свойствами                   |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Показатели сформированности (дескрипторы)  | Критерий оценивания                          | Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)                                  |  |  |
|--|--|--|---|--|--|
|  |  |  | «не зачтено» (пороговый)  | «зачтено» (пороговый)  | «зачтено» (высокий)  |
| ПК-4.3<br>Прогнозирование биологической активности веществ на основании результатов физических и химических методов исследований, теоретического и экспериментального исследования | Приводит примеры влияния строения вещества на его свойства                                 | Правильные ответы на вопросы №21-39 к зачету | Не приводит примеры влияния строения вещества на его свойства                                 | Приводит примеры влияния строения вещества на его свойства, но с наводящими вопросами                    | Приводит примеры влияния строения вещества на его свойства, сравнивает и анализирует                                       |
|  | Поясняет классификацию химических реакции по типу реагента                                 | Правильные ответы на вопросы №21-39 к зачету | Не поясняет классификацию химических реакции по типу реагента                                 | Поясняет классификацию химических реакции по типу реагента   | Сопоставляет и делает выводы по классификации химических реакции по типу реагента  |
|  | Выполняет задания по основным методам контроля за ходом протекания химического превращения | Правильные ответы на вопросы №21-39 к зачету | Не выполняет задания по основным методам контроля за ходом протекания химического превращения | Имеет навыки выполнения заданий по основным методам контроля за ходом протекания химического превращения | Демонстрирует уверенные навыки выполнения заданий по основным методам контроля за ходом протекания химического превращения |

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:

1. Типы химической связи. Теория октета Косселя-Льюиса. Строение электронных оболочек.
2. Принципы квантования. Квантовые числа. Построение электронных оболочек. Волновая функция.
3. Атомные и молекулярные орбитали. Метод линейной комбинации АО. Связывающие и разрыхляющие МО.
4. Гибридизация. Строение гибридных  $sp^3$ ,  $sp^2$  и  $sp$ -орбиталей.
5. Сопряженные системы. Сопряжение в линейных молекулах.
6. Сопряжение в циклических системах. Ароматичность. Правило Хюккеля.
7. Электронные эффекты. Статическая и динамическая поляризация химической связи. Электроотрицательность.
8. Индукционный эффект. Основные закономерности.
9. Недостаточность представления только об индукционном эффекте. Эффект сопряжения, условия его проявления.
10. Гиперконъюгация (сверхсопряжение).
11. Теория кислот и оснований. Определения Бренстеда и Льюиса. Количественная характеристика кислотности.
12. Основные закономерности изменения кислотности органических ОН-кислот.
13. Определение величины  $pK_a$ . Функция кислотности.
14. Основность органических соединений. Изменения основности в ряду алкиламинов.
15. Теория «жестких» и «мягких» кислот и оснований (ЖМКО). Методы определения степени «жесткости» и «мягкости».
16. Роль растворителей в органическом синтезе. Типы сольватационных процессов. Классификация растворителей.
17. Термодинамические условия протекания реакций. Роль энтропийного фактора. Практические пути определения термодинамических параметров.
18. Понятия субстрата и реагента. Классификация реакций по реагирующим частицам.
19. Классификация реакций и реагентов.
20. Мономолекулярное нуклеофильное замещение ( $S_N1$ ). Кинетика. Стереохимия.
21. Бимолекулярное нуклеофильное замещение ( $S_N2$ ). Кинетика. Стереохимия.
22. Влияние заместителей в субстрате на скорость реакций нуклеофильного замещения. Анхимерное содействие.
23. Влияние нуклеофила и уходящей группы на скорость реакций нуклеофильного замещения при насыщенном атоме углерода.
24. Амбидентные нуклеофилы. Правило Корнблюма.
25. Влияние растворителей на скорость реакций нуклеофильного замещения.
26. Межфазный катализ. Типы межфазных катализаторов.
27. Конкуренция между моно- и бимолекулярными механизмами нуклеофильного замещения. Возможность оценки вклада этих механизмов в реальный процесс.
28. Нуклеофильная атака кратной связи углерод-кислород (карбонильной связи).

29. Кисотно-основной катализ нуклеофильной атаки карбонильной связи. Специфический и общий кислотный катализ.
30. Конденсация карбонильных соединений. Сложноэфирная конденсация Кляйзена, реакция Дикмана.
31. Щелочной и кислотный гидролиз сложных эфиров. Типы механизмов ( $BAc2$ ,  $AAC2$  и др.).
32. Реакции нуклеофильного отщепления. Конкуренция мономолекулярного нуклеофильного замещения ( $S_N1$ ) и отщепления ( $E1$ ).
33. Реакции бимолекулярного нуклеофильного отщепления ( $E2$ ). Типы переходных состояний. Ориентация образующейся двойной связи. Правила Зайцева и Гофмана.
34. Реакции электрофильного присоединения по кратным связям.
35. Направление присоединения при электрофильной атаке олефинов. Правило Марковникова. Мостиковые и линейные карбокатионы.
36. Ориентация реагента при электрофильном замещении в ароматическом ряду.
37. Ориентация электрофильного реагента при атаке производных бензола, содержащих более одного заместителя.
38. Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду.
39. Основные параметры метода ядерного магнитного резонанса (химический сдвиг, константа спин-спинового взаимодействия, интеграл). Мультиплетность сигнала. Треугольник Паскаля.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

#### 4. Примеры контрольных работ 3 шт

##### Работа 1

1. Укажите, какие из нижеприведенных факторов способствуют переходу механизма  $S_N2$  в  $S_N1$
2. Приведите примеры реакции электрофильного присоединения по кратным связям.

##### Работа 2

1. Схема получения О- и П-нитротолуола.
2. Перечислите факторы влияния нуклеофила и уходящей группы на скорость реакций нуклеофильного замещения при насыщенном атоме углерода

##### Работа 3

1. Приведите примеры конденсации карбонильных соединений.
2. Определение величины  $pK_a$  при заданных условиях.

#### 5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.

