

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 19.04.2023 11:16:05  
Уникальный программный ключ:  
528682d78e671e566ab07f01e1ba2179f735a12



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»**

**СОГЛАСОВАНО**  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_/Ларионова О.С./  
« 21 » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**УТВЕРЖДАЮ**  
И.о. декана факультета  
\_\_\_\_\_/Моргунова Н.Л./  
« 21 » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Дисциплина                | <b>ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И БИОКАТАЛИЗ</b> |
| Направление подготовки    | <b>19.03.01 Биотехнология</b>           |
| Направленность (профиль)  | <b>Биотехнология</b>                    |
| Квалификация выпускника   | <b>Бакалавр</b>                         |
| Нормативный срок обучения | <b>4 года</b>                           |
| Форма обучения            | <b>Очная</b>                            |

**Разработчик: профессор, Древки Б.И.**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

**Саратов 2022**

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Химическая кинетика и биокатализ» является формирование у обучающихся навыков контроля и регулирования протекания биотехнологических процессов и применение полученных знаний при работе с биологическими системами.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология дисциплина «Химическая кинетика и биокатализ» относится к обязательной части Блока 1.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Химия ионных и молекулярных систем» и «Методы контроля качества в биотехнологии», «Биоорганическая химия», «Термодинамические основы в биотехнологии», «Математика», «Физика», «Коллоидная химия» и др.

Дисциплина «Химическая кинетика и биокатализ» является базовой для изучения следующих дисциплин: «Ферментативные и микробиологические технологии в пищевой промышленности», «Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного и животного происхождения», «Методы изучения наноструктур и биополимеров», «Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий», «Технология получения биологически активных веществ», «Фармацевтическая биотехнология», «Ветеринарная биотехнология», «Промышленная биотехнология».

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения дисциплины

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции (или ее части)  | Индикаторы достижения компетенций   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:  |  |   |
|-------|-----------------|--|---|---|--|---|
|       |                 |  |   | знать   | уметь  | владеть   |
| 1     | 2               | 3  | 4   | 5   | 6  | 7   |
| 1     | ПК-2            | Использует законы и закономерности физических, химических и биологических наук, необходимые для решения биотехнологических задач | ПК-2.2 Пользуется методами и способами управления биотехнологическими процессами производства продукции с учетом свойств сырья и вырабатываемого ассортимента | Основные понятия химической кинетики: скорость, константа скорости и порядок химической реакции, энергия активации, каталитические процессы. Фундаментальные разделы химической кинетики, кинетики сложных реакций, основы катализа и особенности каталитических процессов. Строение ферментов и особенности протекания процессов в их присутствии. | Проводить расчеты основных кинетических характеристик: скорости реакции, константы скорости, порядка реакции, энергии активации с целью прогнозирования и регулирования течением процесса. Применять основные закономерности химической кинетики (влияния концентрации, температуры, катализатора на скорость реакции) для оптимизации технологических процессов | Техникой выполнения химических лабораторных операций, методами обработки кинетических результатов |

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 2

|                                    | Объем дисциплины |                     |   |   |   |      |   |   |   |
|------------------------------------|------------------|---------------------|---|---|---|------|---|---|---|
|                                    | Всего            | Количество часов    |   |   |   |      |   |   |   |
|                                    |                  | в т.ч. по семестрам |   |   |   |      |   |   |   |
|                                    |                  | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5    | 6 | 7 | 8 |
| Контактная работа – всего, в т.ч.: | 80,1             |                     |   |   |   | 80,1 |   |   |   |
| <i>аудиторная работа:</i>          | 80               |                     |   |   |   | 80   |   |   |   |
| лекции                             | 32               |                     |   |   |   | 32   |   |   |   |
| лабораторные                       | 48               |                     |   |   |   | 48   |   |   |   |
| практические                       | х                |                     |   |   |   | х    |   |   |   |
| <i>Промежуточная аттестация</i>    | 0,1              |                     |   |   |   | 0,1  |   |   |   |
| <i>контроль</i>                    | х                |                     |   |   |   | х    |   |   |   |
| Самостоятельная работа             | 63,9             |                     |   |   |   | 63,9 |   |   |   |
| Форма итогового контроля           | 3                |                     |   |   |   | 3    |   |   |   |
| Курсовой проект (работа)           | х                |                     |   |   |   | х    |   |   |   |

Таблица 3

#### Структура и содержание дисциплины

| № п/п     | Тема занятия<br>Содержание  | Неделя семестра | Контактная работа |                  |                  | Самостоятельная работа<br>Количество часов | Контроль |       |
|-----------|---|-----------------|-------------------|------------------|------------------|--|----------|-------|
|           |   |                 | Вид занятия       | Форма проведения | Количество часов |  | Вид      | Форма |
| 1         | 2   | 3               | 4                 | 5                | 6                | 7  | 8        | 9     |
| 5 семестр |   |                 |                   |                  |                  |  |          |       |
| 1.        | <b>Основные понятия химической кинетики.</b> Скорость химической реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. | 1               | Л                 | В                | 2                |  | ТК       | УО    |
| 2.        | <b>Скорость химической реакции.</b> Понятия константы скорости, порядка и молекулярности реакций.   | 1               | ЛЗ                | Т                | 2                | 4  | ВК       | ПО    |
| 3.        | <b>Формальная кинетика.</b> Кинетика реакций различных порядков.  | 2               | Л                 | В                | 2                |  | ТК       | УО    |
| 4.        | <b>Формальная кинетика.</b> Кинетические уравнения реакций различных порядков.  | 2               | ЛЗ                | Т                | 4                | 3.9  | ТК       | УО    |

|               |  |    |    |   |      |      |      |    |
|---------------|--|----|----|---|------|------|------|----|
| 5.            | <b>Методы определения порядков реакций.</b> Для элементарных и формально простых реакций.  | 3  | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 6.            | <b>Формальная кинетика.</b> Определение порядка химической реакции.  | 3  | ЛЗ | Т | 2    | 4    | ТК   | УО |
| 7.            | <b>Кинетика сложных реакций.</b> Параллельные, последовательные реакции.   | 4  | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 8             | <b>Кинетика реакций различных порядков. Кинетика сложных реакций.</b>  | 4  | ЛЗ | Т | 4    | 4    | РК   | ПО |
| 9.            | <b>Теории химической кинетики.</b> Зависимость скорости химической реакции от температуры. Энергия активации и способы ее определения. | 5  | Л  | В | 2    |      | ТК   | УО |
| 10.           | <b>Основные закономерности влияния температуры на скорость протекания химических реакций.</b> Правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса  | 5  | ЛЗ | П | 2    | 4    | ТК   | ЛР |
| 11.           | <b>Теория активных соударений.</b>   | 6  | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 12.           | <b>Расчет скорости реакции с использованием теории активных соударений.</b>  | 6  | ЛЗ | Т | 4    | 4    | ТК   | УО |
| 13.           | <b>Теория переходного состояния.</b>   | 7  | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 14.           | <b>Расчет скорости реакции по методу переходного состояния</b>   | 7  | ЛЗ | Т | 2    | 4    | ТК   | УО |
| 15.           | <b>Фотохимические реакции.</b> Квантовый выход. Сенсibilизация. Фотосинтез.  | 8  | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 16.           | <b>Кинетика фотохимических реакций.</b>  | 8  | ЛЗ | Т | 4    | 4    | ТК   | УО |
| 17.           | <b>Цепные реакции.</b> Основные понятия и закономерности цепных реакций.   | 9  | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 18.           | <b>Цепные реакции.</b>   | 9  | ЛЗ | Т | 2    | 4    | ТК   | УО |
| 19.           | <b>Кинетика неразветвленных цепных реакций. Горение. Взрыв.</b>  | 10 | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 20.           | <b>Горение, взрыв.</b>   | 10 | ЛЗ | Т | 4    | 4    | ТК   | ПО |
| 21.           | <b>Катализ.</b> Основные понятия каталитической химии. Классификация каталитических реакций и катализаторов.                           | 11 | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 22.           | <b>Иодирование ацетона.</b>  | 11 | ЛЗ | Т | 2    | 4    | ТК   | УО |
| 23.           | <b>Гомогенный катализ.</b>   | 12 | Л  | Т | 2    |      |      |    |
| 24.           | <b>Гомогенный катализ.</b>   | 12 | ЛЗ | Т | 4    | 4    | ТК   | УО |
| 25.           | <b>Кислотно-основной катализ. Окислительно-восстановительный катализ.</b>  | 13 | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 26.           | <b>Реакции конденсации.</b>  | 13 | ЛЗ | Т | 2    | 4    | ТК   | УО |
| 27.           | <b>Гетерогенный катализ.</b>   | 14 | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 28.           | <b>Использование гетерогенных катализаторов</b>  | 14 | ЛЗ | Т | 4    | 4    | ТК   | УО |
| 29.           | <b>Ферментативный катализ.</b>   | 15 | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 30.           | <b>Ферментативный катализ в пищевой промышленности</b>   | 15 | ЛЗ | Т | 2    | 4    | ТК   | УО |
| 31.           | <b>Строение ферментов.</b>   | 16 | Л  | Т | 2    |      | ТК   | УО |
| 32.           | <b>Стереоспецифичность ферментов.</b>  | 16 | ЛЗ | Т | 4    | 4    | ТК   | ПО |
|               | Выходной контроль  |    |    |   | 0,1  |      | ВыхК | 3  |
| <b>Итого:</b> |  |    |    |   | 80,1 | 63,9 |      |    |

**Примечание:**

Условные обозначения:

**Виды аудиторной работы:** Л – лекция, ЛЗ – лабораторное занятие.

**Формы проведения занятий:** В – лекция-визуализация, П – проблемная лекция/занятие, Т – лекция/занятие, проводимое в традиционной форме.

**Виды контроля:** ВК – входной контроль, ТК – текущий контроль, РК – рубежный контроль, ТР – творческая работа, ВыхК – выходной контроль.

**Форма контроля:** УО – устный опрос, ПО – письменный опрос, ЛР – лабораторная работа, КР – контрольная работа, Т – тестирование, СЗ – ситуационные задачи, Д - доклад, З – зачет.

## 5. Образовательные технологии

Организация занятий по дисциплине «Химическая кинетика и биокатализ» проводится по видам учебной работы: лекции, лабораторные занятия, текущий контроль.

Реализация компетентного подхода в рамках направления подготовки 19.03.01 Биотехнология предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта.

Целью лабораторных занятий является выработка практических навыков обработки кинетических результатов для осуществления контроля и регулирования скорости технологического процесса.

Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы – выполнение лабораторных работ и т.п., так и интерактивные методы – проблемное занятие.

Сущность проблемного занятия заключается в активизации учебной деятельности обучающихся, развития у них познавательных интересов, творческих способностей самостоятельности, исследовательских умений.

Самостоятельная работа охватывает проработку обучающимися отдельных вопросов теоретического курса, выполнение домашних работ, включающих решение задач, анализ конкретных ситуаций и подготовку их презентаций и т.п.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном и групповом формате. Самостоятельная работа выполняется обучающимися на основе учебно-методических материалов дисциплины (приложение 2). Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в вопросы к зачету.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература (библиотека СГАУ)

| № п/п | Наименование, ссылка для электронного доступа или кол-во экземпляров в библиотеке  | Автор(ы)   | Место издания, издательство, год | Используется при изучении разделов (из п. 4, таб. 3) |
|-------|--|--|----------------------------------|--|
| 1     | 2  | 3  | 4                                | 5  |
| 1.    | Физическая и коллоидная химия. В 2 ч. Часть 1. Физическая химия : учебник для среднего профессионального образования <a href="https://biblio-online.ru/bcode/441315">https://biblio-online.ru/bcode/441315</a> | В. Ю. Конюхов [и др.] ; под редакцией В. Ю. Конюхова, К. И. Попова | Москва: Издательство Юрайт, 2019 | все разделы  |
| 2.    | Физическая химия: учебное пособие для академического бакалавриата <a href="https://biblio-online.ru/bcode/444506">https://biblio-online.ru/bcode/444506</a>  | В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. И. Русаков                            | Москва: Издательство Юрайт, 2019 | все разделы  |
| 3.    | Физическая химия : учеб. Пособие <a href="https://znanium.com/catalog/product/469097">https://znanium.com/catalog/product/469097</a>   | Д.П. Зарубин   | Москва: ИНФРА-М, 2017            | все разделы  |

б) дополнительная литература

| № п/п | Наименование, ссылка для электронного доступа или кол-во экземпляров в библиотеке  | Автор(ы)  | Место издания, издательство, год  | Используется при изучении разделов (из п. 4, таб. 3) |
|-------|--|---|---|--|
| 1     | 2  | 3   | 4   | 5  |
| 1.    | Физическая и коллоидная химия (в общественном питании): Учебное пособие<br><a href="https://znanium.com/catalog/product/553478">https://znanium.com/catalog/product/553478</a> | С.В. Горбунцова, Э.А. Муллоярова, Е.С. Оробейко | Москва :Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2016  | все разделы  |
| 2.    | Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие<br><a href="https://znanium.com/catalog/product/515033">https://znanium.com/catalog/product/515033</a>    | В.В. Родин, Э.В. Горчаков, В.А. Оробец.         | Ставрополь: АГРУС Ставропольского государственного аграрного университета, 2013 | все разделы  |
| 3.    | Химическая кинетика: учебное пособие для академического бакалавриата<br><a href="https://biblionline.ru/bcode/432194">https://biblionline.ru/bcode/432194</a>                  | В. А. Черепанов, Т. В. Аксенова                 | Москва: Издательство Юрайт, 2019  | все разделы  |

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- официальный сайт университета: <http://www.sgau.ru>;
- электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>;
- основы химии. Интернет-учебник - <http://www.hemi.nsu.ru>;
- справочник химика 21 - <https://www.chem21.info/>.

г) периодические издания:

Для освоения дисциплины использование периодических изданий не предусмотрено.

д) информационные справочные системы и профессиональные базы данных

Для пользования стандартами и нормативными документами рекомендуется применять информационные справочные системы и профессиональные базы данных, доступ к которым организован библиотекой университета через локальную вычислительную сеть.

Для пользования электронными изданиями рекомендуется использовать следующие информационные справочные системы и профессиональные базы данных:

1. Научная библиотека университета <http://read.sgau.ru/biblioteka>.

Базы данных содержат сведения обо всех видах литературы, поступающей в фонд библиотеки. Более 1400 полнотекстовых документов (учебники, учебные пособия и т.п.). Доступ – с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

2. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>.

Электронная библиотека издательства «Лань» – ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань», так и коллекции полнотекстовых файлов других российских издательств. После регистрации с

компьютера университета – доступ с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

3. Электронная библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com>.

Znanium.com - это современный подход к образовательному процессу в едином виртуальном пространстве библиотекам, студентам, профессорско-преподавательскому составу. Круглосуточный доступ к ЭБС из любой точки при наличии подключения к интернету. Ежедневное пополнение новыми электронными версиями книг.

4. «Университетская библиотека ONLINE» <http://www.biblioclub.ru>.

Электронно-библиотечная система, обеспечивающая доступ к книгам, конспектам лекций, энциклопедиям и словарям, учебникам по различным областям научных знаний, материалам по экспресс-подготовке к экзаменам. После регистрации с компьютера университета – доступ с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <http://elibrary.ru>.

Российский информационный портал в области науки, медицины, технологии и образования. На платформе аккумулируются полные тексты и рефераты научных статей и публикаций. Доступ с любого компьютера, подключенного к сети Интернет. Свободная регистрация.

6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». <http://window.edu.ru>.

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

7. ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>.

Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт». Учебники и учебные пособия от ведущих научных школ. Тематика: «Бизнес. Экономика», «Гуманитарные и общественные науки», «Естественные науки», «Информатика», «Прикладные науки. Техника», «Языкознание. Иностранные языки». Доступ - после регистрации с компьютера университета с любого компьютера, подключенного к Internet.

8. Профессиональная база данных «Техэксперт».

Современные, профессиональные справочные базы данных, содержащие нормативно-правовую, нормативно-техническую документацию и уникальные сервисы.

9. Поисковые интернет-системы Яндекс, Rambler, Google и др.

е) информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса:

К информационным технологиям, используемым при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, относятся:

– персональные компьютеры, посредством которых осуществляется доступ к информационным ресурсам и оформляются результаты самостоятельной работы;

– проекторы и экраны для демонстрации слайдов мультимедийных лекций;

– активное использование средств коммуникаций (электронная почта, тематические сообщества в социальных сетях и т.п.).

- программное обеспечение:

| № п/п | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля) | Наименование программы   | Тип программы   |
|-------|--|--|-----------------|
| 1     | Все разделы дисциплины                           | <u>Microsoft Office</u><br>Реквизиты подтверждающего документа:<br>Предоставление неисключительных прав на ПО: DsktpEdu ALNG LicSAPk OLV E 1Y Acdmc Ent. Лицензиат – ООО «КОМПАРЕКС», г. Саратов.<br>Сублицензионный договор № АЭ-030 на передачу неисключительных прав на программы для ЭВМ с конечным пользователем от 15.12.2021 г. Срок действия договора до 31.12.2022 г. | Вспомогательная |
| 2     | Все разделы дисциплины                           | <u>Kaspersky Endpoint Security</u><br>Реквизиты подтверждающего документа:<br>Право на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный (250-499) 1 year Educational Renewal License. Лицензиат – ООО «Современные технологии», г. Саратов.<br>Сублицензионный договор № 6-133/2021/223-1205 от 09.11.2021 г. Срок действия договора до 31.12.2022 г.       | Вспомогательная |

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения учебных занятий необходимы аудитории с меловыми или маркерными досками, достаточным количеством посадочных мест и освещенностью. Для использования медиаресурсов необходимы проектор, экран, компьютер или ноутбук, по возможности – частичное затемнение дневного света.

Для проведения учебных занятий по дисциплине «Химическая кинетика и биокатализ» на кафедре «Микробиология, биотехнология и химия» имеются учебные аудитории №№ 509, 510, 530, 532, 538, 515, 528.

Для выполнения лабораторных работ имеются аудитории №№ 306 (Лаборатория оптических методов анализа), 340 (Лаборатория молекулярного дизайна), оснащенные необходимым оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 415 и читальный зал библиотеки) оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования имеется помещение № 512.

## 8. Оценочные материалы

Оценочные материалы, сформированные для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Химическая кинетика и биокатализ» разработан на основании следующих документов:

- Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);
- приказа Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

Оценочные материалы представлены в приложении 1 к рабочей программе дисциплины и включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

## **9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы представлен в приложении 2 к рабочей программе по дисциплине «Химическая кинетика и биокатализ».

## **10. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины «Химическая кинетика и биокатализ»**

Методические указания по изучению дисциплины «Химическая кинетика и биокатализ» включают в себя:

1. Краткий курс лекций.

Краткий курс лекций оформляется в соответствии с приложением 3.

2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.

Методические указания по выполнению лабораторных работ оформляются в соответствии с приложением 4.

*Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры  
«Микробиология, биотехнология и химия»  
21 марта 2022 года (протокол № 11).*