

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 17.07.2023 21:21:02  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 18 » апреля 2022 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

## **ОСНОВЫ БИОЭНЕРГЕТИКИ**

Направление подготовки

**19.04.01 Биотехнология**

Программа магистратуры

**Молекулярная и клеточная биотехнология**

Квалификация

**магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **молекулярной биотехнологии**

Санкт-Петербург

**2022**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Аронова Е.Б.

Рабочая программа дисциплины «Основы биоэнергетики» обсуждена на заседании кафедры молекулярной биотехнологии  
протокол от «24» марта 2022 № 8  
Заведующий кафедрой

Д.О. Виноходов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от «14» апреля 2022 № 8

Председатель

М.В.Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Биотехнология»		М.А. Пушкарев
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник 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.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	07
4.4. Самостоятельная работа.....	07
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	08
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	08
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	08
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.....	11

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-5</b> Применение фундаментальных представлений в области молекулярной биотехнологии и методологических подходов для решения биотехнологических задач	<b>ПК-5.6</b> Применение современных подходов к кинетическому описанию ферментативных реакций и моделированию роста микробных популяций при различных условиях окружающей среды	<b>Знать:</b> механизмы биокинетических процессов, кинетических моделей ферментативного катализа <b>Уметь:</b> проводить кинетические измерения и расчеты кинетических параметров ферментативных реакций и составлять их математические модели <b>Владеть:</b> методами определения кинетических параметров

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору (Б1.В.ДВ.01.02) и изучается на 2 курсе в 4 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплины «Молекулярная биотехнология». Полученные в процессе изучения дисциплины «Основы биоэнергетики» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении научно-исследовательской практики, выполнении курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/ 144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (32)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КП)	
КСР	14
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>49</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Решение задач
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен (27)</b>

#### 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.	Ферментативный катализ	8	12	0	16	ПК-5	ПК-5.6
2.	Введение в фармакокинетику	6	12	0	16	ПК-5	ПК-5.6
3.	Описание кинетики популяций. Основные кинетические модели.	4	12	0	17	ПК-5	ПК-5.6

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Кинетические схемы и механизмы ферментативных реакций. Понятие порядка реакции. Реакции нулевого, первого и второго порядка.	4	Слайд-презентация.
1	Уравнение Михаэлиса. Методы определения параметров уравнения Михаэлиса-Ментен.	2	Слайд-презентация.
1	Метод графов. Определение кинетических параметров с помощью метода графов.	2	Слайд-презентация.
2	Понятие о фармакокинетики и фармакодинамике. Однокамерные фармакокинетические модели	2	Слайд-презентация.
2	Двухкамерные фармакокинетические модели.	2	Слайд-презентация.
2	Определение основных параметров фармакокинетических моделей.	2	Слайд-презентация.
3	Изучение кинетики популяций. Модель Мальтуса. Модель, описывающая конкуренцию особей. Модель Ферхюльста.	2	Слайд-презентация.
3	Описание взаимодействия хищник-жертва. Модель Лотки Вольтерра.	2	Слайд-презентация.

### 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 подготовку*	
1	Построение интегральных и дифференциальных кинетических кривых. Расчет констант скоростей.	4	4	
1	Определение максимальной скорости роста и константы Михаэлиса по методу двойных обратных координат и по методу Скэтчарда.	4	4	КтСм
1	Линеаризация уравнения Михаэлиса.	4	4	
2	Определение параметров однокамерной фармакокинетической модели.	4	4	
2	Определение параметров двухкамерной фармакокинетической модели.	4	3	
2	Примеры фармакокинетических моделей	4	3	КтСм
3	Модель Мальтуса.	3	2	
3	Модель Ферхюльста	3	2	
3	Сравнительный анализ моделей кинетики популяций	3	3	КтСм
3	Модель хищник-жертва, частные случаи	3	3	

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Ферментативный катализ. Многосубстратные реакции. Механизм образования тройного комплекса. Пинг-понг механизм. Ингибирование ферментативных реакций (обратимое и необратимое). Инактивация ферментов (схемы, мономолекулярная, бимолекулярная).	16	Устное собеседование

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Введение в фармакокинетику. Перфузионные фармакокинетические модели. Фармакокинетическая оптимизация лечения.	16	Устное собеседование
3	Математические методы биоэнергетики. Теорема Тихонова. Применение преобразований Лапласа для решения дифференциальных уравнений. Решение дифференциальных уравнений методом неопределенных коэффициентов.	17	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 информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами.

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

#### Вариант № 1

1. Кинетика последовательных реакций.
2. Модель Мальтуса.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

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

#### а) печатные издания:

1 Общая и биоорганическая химия: учебник для мед. вузов/ И.Н. Аверцева, А.С. Берлянд, О.В. Нестерова [и др.]; под ред. В.А. Попкова, А.С. Берлянда. – М.: Издат. цент. «Академия», 2010. – 362 с. ISBN 978-5-7695-5957-0.

2 Безбородов, А.М. Микробиологический синтез/ А.М. Безбородов, Г.И. Квеситадзе. – СПб.: Проспект науки, 2011. – 141 с. ISBN 978-5-903090-52-5

3 Клунова, С.М. Биотехнология: Учебник для вузов по спец. «Биотехнология»/С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина.–М.: Издат. центр «Академия», 2010.– 256 с. ISBN 978-5-7695-6697-4



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

1) Биоэнергетика. Практикум : учебно-методическое пособие / составитель О. И. Губич. — Минск : БГУ, 2016. — 87 с. — ISBN 978-985-566-258-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180404> (дата обращения: 14.01.2022). — Режим доступа: по подписке.

2) Основы биоэнергетики : учебное пособие / С. И. Овчинникова, О. В. Михнюк, Е. Б. Шкуратова, Е. В. Шашкова. — Мурманск : МГТУ, 2016. — 88 с. — ISBN 978-5-86185-883-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142597> (дата обращения: 14.01.2022). — Режим доступа: по подписке.

3) Овчинникова, С. И. Практикум по энзимологии : учебное пособие / С. И. Овчинникова, О. В. Михнюк, Е. Б. Шкуратова. — Мурманск : МГТУ, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-86185-881-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142596> (дата обращения: 14.01.2022). — Режим доступа: по подписке.

4) Юркова, И. Л. Биоаналитика : учебное пособие / И. Л. Юркова. — Минск : БГУ, 2017. — 359 с. — ISBN 978-985-566-457-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180647> (дата обращения: 14.01.2022). — Режим доступа: по подписке.

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

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

сайты фирм разработчиков АСУТП: [www.adastra.ru](http://www.adastra.ru); [www.foit.ru](http://www.foit.ru); [www.metso.ru](http://www.metso.ru); [www.siemens.ru](http://www.siemens.ru);

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Основы биоэнергетики» 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 приходиться, 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);

P.I.D. – expert станция инженерного сопровождения систем автоматического регулирования, версия 2.05 (демо-версия).

### **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 лекционных и практических занятий используется аудитория на 50 посадочных мест, оборудованная проектором для демонстрации слайд-презентаций.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные 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 «Основы биоэнергетики»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-5</b>	Применение фундаментальных представлений в области молекулярной биотехнологии и методологических подходов для решения биотехнологических задач	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)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК -5.6 Применение современных подходов к кинетическому описанию ферментативных реакций и моделированию роста микробных популяций при различных условиях окружающей среды	<b>Знает</b> механизмы биокинетических процессов, кинетических моделей ферментативного катализа	Правильные ответы на вопросы №1-9 к экзамену	Отвечает на вопросы к экзамену не полностью, отсутствует логическая связь между частями ответа. Допускает грубые ошибки в формулировках.	Владеет основными методами расчета кинетических параметров. Дает полный ответ на вопросы экзамена. Допускает неточности в формулировках и порядке расчета.	Дает полный ответ на поставленные вопросы, показав эрудицию и владение материалом дисциплины. На уточняющие вопросы отвечает в полном объеме.
	<b>Умеет</b> проводить кинетические измерения и расчеты кинетических параметров ферментативных реакций и составлять их математические модели	Задачи, предлагаемые на практических занятиях.	Задачи решены все, но студент допускал грубые ошибки в ходе решения.	Задачи решены все, практически без ошибок. Студент продемонстрировал умение выполнять поставленные задачи и анализировать полученный результат.	Задачи решены все в полном объеме, студент в ходе решения грамотно использовал научно-техническую документацию и компьютерную графику.
	<b>Владеет</b> методами определения кинетических параметров	Правильные ответы на вопросы №10-29 к экзамену	Отвечает на вопросы к экзамену не полностью, отсутствует логическая связь между частями ответа. Допускает грубые ошибки в формулировках.	Владеет основными методами расчета кинетических параметров. Дает полный ответ на вопросы экзамена. Допускает неточности в формулировках и порядке расчета.	Дает полный ответ на поставленные вопросы, показав эрудицию и владение материалом дисциплины. На уточняющие вопросы отвечает в полном объеме.

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5**

1. Кинетический эксперимент. Его параметры.
2. Расчет скорости химической реакции. Определение порядка реакции.
3. Влияние различных факторов на скорость химической реакции.
4. Кинетика последовательных реакций.
5. Кинетика параллельных реакций.
6. Кинетические схемы и механизм ферментативной реакции.
7. Кинетика Михаэлиса.
8. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
9. Влияние температуры и pH на скорость ферментативных реакций.
10. Основные понятия фармакокинетики.
11. Цели оптимизации фармакотерапии.
12. Процесс всасывания лекарственных веществ.
13. Биотрансформация лекарственных веществ.
14. Понятие скорости элиминации.
15. Понятие клиренса. Системный клиренс.
16. Способы проникновения лекарственных веществ через биологические мембраны (пассивная диффузия, активный транспорт, пиноцитоз, эндоцитоз и др.).
17. Понятие дозы (разовая, суточная, курсовая, эффективная, летальная, токсическая).
18. Однокамерные фармакокинетические модели.
19. Однокамерные фармакокинетические модели с всасыванием.
20. Двухкамерные фармакокинетические модели.
21. Основные задачи фармакокинетической оптимизации лечения.
22. Типичная кривая роста клеточной культуры.
23. Интегральная форма уравнения клеточной культуры.
24. Модель Мальтуса.
25. Модель Ферхюльста.
26. Популяции, взаимодействующие по принципу хищник-жертва.
27. Уравнение роста в безразмерных переменных.
28. Модель Лотки-Вольтерра.
29. Строение активного центра ферментов.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.  
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4. 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 экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).