

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт «Умные материалы и технологии»

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор Института «Умные  
материалы и технологии»  
И.А. Курзина

Оценочные материалы по дисциплине

по направлению подготовки

**27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Tomsk International Science Program, с профессиональным модулем Молекулярная  
инженерия / Molecular Engineering**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Инженер**

Год приема  
**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
И.А. Курзина

Председатель УМК  
Г.А. Воронова

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 – Способен формулировать и анализировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний естественных, математических и технических наук, с учетом требований законодательства.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1. Знает основные положения и законы естественных, математических и технических наук, нормативы, регулирующие научную и производственную деятельность.

РООПК-1.2. Умеет анализировать исходные данные в профессиональных задачах на основе знаний естественных, математических и технических наук, нормативов, регулирующих научную и производственную деятельность.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- индивидуальные задания;
- лабораторные работы.

### **2.1 Примерный перечень индивидуальных заданий (РООПК-1.1, РООПК-1.2)**

1. По представленным данным об изменении концентрации инертного носителя, добавленного в озеро, с течением времени определить проток, поток и объем озера.
2. По представленным данным о концентрации инсектицида определить период его полураспада в мае и июне.
3. Исходя из представленных схем ферментативных реакций, методом Кинга-Альтмана вывести скорость ферментативной односубстратной реакции, характеризующейся субстратным ингибированием.
4. Исходя из представленных схем ферментативных реакций, методом Кинга-Альтмана вывести скорость ферментативной односубстратной реакции, характеризующейся субстратной активацией.
5. Методом Кинга-Альтмана вывести уравнение стационарной скорости реакций, катализируемых НАД-зависимыми дегидрогеназами по механизму Теорелла-Чанса.
6. Методом Кинга-Альтмана вывести уравнение стационарной скорости реакций гидролиза глюкозо-6-фосфата и ортофосфата, катализируемых глюкозо-6-фосфатазой.
7. По представленным протоколам экспериментов, используя прямой график Корниша-Боудена и соответствующие линейные анаморфозы, определить тип ингибирования, значения кинетических констант скорости реакции, константы Михаэлиса-Ментен и констант ингибирования.
8. По представленным протоколам экспериментов, используя метод прямого графика Корниша-Боудена, определить значения кинетических констант для двухсубстратных-двухпродуктных ферментативных реакций.
9. По представленным данным об изменении концентрации субстрата и численности бактерий вычислить экономический коэффициент, константу размножения.
10. Исходя из данных о численности вида, концентрации субстрата и ингибитора, определить константу ингибирования.
11. На основании заданных биомолей, экономического коэффициента определить потребности микроорганизмов в калии, фосфате, аммиаке и кислороде при росте на различных энергетических субстратах.

### **2.1.2 Примерный перечень лабораторных занятий и отчетов по ним (РООПК-1.2)**

№ п/п	№ модуля	Наименование лабораторных занятий
1	1	Определить параметр первого порядка по изменению концентрации вещества в системе с использованием логарифмической линейаризации данных
2	1	Определить мальтузианский параметр по данным о численности бактерий в периодическом глубинном культивировании с использованием логарифмической линейаризации данных
3	2	Нахождение активности гваяколзависимой пероксидазы в растительной ткани и ее изменчивость в зависимости от температуры протекания реакции
3	10	Определение удельной скорости роста хлореллы и периода удвоения по данным о плотности культуры в глубинном культивировании
4	10	Определение скорости роста микромицета по данным о диаметре колонии культуры в поверхностном культивировании на чашке Петри
5	12	Влияние химических ингибиторов на параметры культивирования хлореллы. Определение константы ингибирования

Критерии оценки: 1) Выполнение практической части задания. 2) Логичность изложения, наличие адекватной терминологии, 3) Использование адекватных методов статистического анализа полученных результатов, 4) Оформление отчета и выводов согласно предварительно оговоренным требованиям.

### 3 Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит один теоретический и один практический вопросы.

#### 3.1 Примерный перечень теоретических вопросов промежуточной аттестации:

1. Понятие кинетики. Кинетика реакций первого порядка.
2. Уравнение экспоненциального роста и распада. Постоянная времени экспоненциальных процессов.
3. Ферментативный катализ. Концепция маршрутов реакций. Особенности строения белков как предельно совершенных биокатализаторов.
4. Ферментативная кинетика как стационарная кинетика. Вывод канонического уравнения Михаэлиса-Ментен для односубстратной реакции. Биологический смысл параметров уравнения Михаэлиса-Ментен.
5. Определение параметров уравнения Михаэлиса-Ментен по экспериментальным данным.
6. Линейаризация Лайнуивера-Берка и прямой график Корниша-Боудена. Уравнение Михаэлиса-Ментен для обратимой реакции, соотношение Холдейна.
7. Вывод уравнений стационарной скорости. Метод Кинга-Альтмана. Кинетические схемы ферментативных реакций и их представление в виде граф.
8. Варианты метода Кинга-Альтмана, простейшие правила упрощения графов кинетических схем, примеры применения.
9. Понятие об ингибировании ферментативных реакций. Схема Боттса-Моралеса.
10. Конкурентное, бесконкурентное, неконкурентное и смешанное ингибирование, вывод уравнений стационарной скорости.
11. Постановка экспериментов по изучению кинетики ингибирования. Определение параметров ингибирования по экспериментальным данным.

12. Двухсубстратные-двухпродуктные ферментативные реакции. Схема Уонга-Хейнса. Механизм с образованием тройного комплекса и упорядоченным связыванием субстратов. Уравнение Михаэлиса-Ментен для данного механизма.
13. Постановка кинетических экспериментов по механизму двухсубстратных-двухпродуктных ферментативных реакций.
14. Механизм с образованием тройного комплекса и неупорядоченным связыванием субстратов. Механизм с замещением фермента.
15. Вывод интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен. Линеаризация уравнения.
16. Зависимость скорости ферментативных реакций от pH. Вывод уравнений стационарной скорости, функция Михаэлиса.
17. Зависимость скорости ферментативных реакций от температуры. Кинетика денатурации (уравнение Вант-Гоффа). Кинетика Аррениуса.
18. Контроль ферментативной активности. Кинетические модели кооперативности. Симметричная модель Моно-Уаймена-Шанже.
19. Каноническое дифференциальное уравнение размножения клеток в нелимитированных условиях. Удельная скорость роста.
20. Понятие о периодической культуре клеток. Стадии роста микроорганизмов в периодической культуре.
21. Определение удельной скорости роста клеток и периода удвоения в нелимитированных условиях при периодическом культивировании.
22. Зависимость удельной скорости роста клеток от концентрации лимитирующего субстрата, уравнение Моно.
23. Постановка экспериментов по определению характеристики клеток, отражающих параметры уравнения Моно.
24. Экономический коэффициент.
25. Ингибирование роста клеток химическими факторами. Уравнение Иерусалимского.
26. Ингибирование субстратом. Уравнение Эндрюса.
27. Стехиометрия клеточного роста. Понятие биомоля, примеры биомолей для различных микроорганизмов.
28. Использование биомоля и экономического коэффициента при расчетах потребности клеток в кислороде и в минеральных компонентах. Расчет питательных сред для культивирования клеток.
29. Методом Конга-Альтмана для предложенной схемы ферментативных реакций найдите уравнение скорости стационарной ферментативной реакции.

### 3.2. Примерный перечень практических вопросов промежуточной аттестации:

1. По представленному протоколу эксперимента, используя прямой график Корниша-Бодена и соответствующие линейные анаморфозы, определить тип ингибирования, значения кинетических констант скорости реакции, константы Михаэлиса-Ментен и констант ингибирования.
2. По представленному протоколу эксперимента, используя метод прямого графика Корниша-Бодена, определить значения кинетических констант для двухсубстратных-двухпродуктных ферментативных реакций.
3. На основании заданных биомолей, экономического коэффициента определить потребности микроорганизмов в калии, фосфате, аммиаке и кислороде при росте на различных энергетических субстратах.
4. По представленным данным об изменении концентрации инертного носителя, добавленного в озеро, с течением времени определить проток, поток и объём озера.
5. По представленным данным о концентрации инсектицида определить период его полураспада в мае и июне.

6. Исходя из представленных схем ферментативных реакций, методом Кинга-Альтмана вывести скорость ферментативной односубстратной реакции, характеризующейся субстратным ингибированием.
7. Исходя из представленных схем ферментативных реакций, методом Кинга-Альтмана вывести скорость ферментативной односубстратной реакции, характеризующейся субстратной активацией.
8. Методом Кинга-Альтмана вывести уравнение стационарной скорости реакций, катализируемых НАД-зависимыми дегидрогеназами по механизму Теорелла-Чанса.
9. Методом Кинга-Альтмана вывести уравнение стационарной скорости реакций гидролиза глюкозо-6-фосфата и ортофосфата, катализируемых глюкозо-6-фосфатазой.
10. По представленным протоколам экспериментов, используя прямой график Корниша-Боудена и соответствующие линейные анаморфозы, определить тип ингибирования, значения кинетических констант скорости реакции, константы Михаэлиса-Ментен и констант ингибирования.
11. По представленным протоколам экспериментов, используя метод прямого графика Корниша-Боудена, определить значения кинетических констант для двухсубстратных-двухпродуктных ферментативных реакций.
12. По представленным данным об изменении концентрации субстрата и численности бактерий вычислить экономический коэффициент, константу размножения.
13. Исходя из данных о численности вида, концентрации субстрата и ингибитора, определить константу ингибирования.
14. На основании заданных биомолей, экономического коэффициента определить потребности микроорганизмов в калии, фосфате, аммиаке и кислороде при росте на различных энергетических субстратах.

Результаты устного зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Итоговая оценка по дисциплине, состоит из оценки за самостоятельную работу (текущий контроль), и устного зачета (промежуточная аттестация). По каждому из видов заданий текущего контроля выставляется оценка «зачтено», если учащийся выполнил или отразил в работе не менее 70% от планируемого объема материала. Планируемый объем оглашается заранее и выражается в 100% (максимально возможное количество правильных ответов (вопросы и задачи). При формировании устного ответа во время сдачи зачета обучающимся необходимо продемонстрировать знания, полученные как во время лекционной части курса, так и во время практических и лабораторных занятий и при самостоятельном проработке тем курса, представленных в ответах на вопросы текущего контроля.

Критерии и шкалы оценивания устного ответа:

Критерий	Описание	Шкала оценивания
Знание теоретической части курса.	В процессе ответа студент демонстрирует теоретические знания по теме билета.	Да – 3 балла. Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.
Связь теории с практикой.	При ответе на практическую часть вопроса студент обосновывает выбор метода теоретическими знаниями.	Да – 3 балла. Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.
Владение основными понятиями.	Студент грамотно использует в своей речи основные определения и термины, изученные в курсе.	Да – 2 балла. Частично – 1 балл. Нет – 0 баллов.
Владение практическими	Студент приводит алгоритм решения практического вопроса	Да – 3–4 балла. Частично – 1–2 балла.

методами.	билета, опираясь на знания и умения, полученные во время лабораторных и практических занятий, несет ответственность за результаты.	Нет – 0 баллов.
-----------	--	-----------------

Оценку «зачтено» получают студенты, успешно сдавшие все задания текущей аттестации и набравшие 4–8 баллов при ответе на вопросы билета, студенты не сдавшие задания текущего контроля к зачету не допускаются.

#### 4 Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

1. Какое уравнение описывает кинетику реакций первого порядка?
  - + А.  $\ln A = -kt + \ln A_0$
  - Б.  $A = A_0 e^{(-kt)}$
  - В.  $A = kA_0 t$
  - Г.  $A = A_0 + kt$
2. Какое из следующих свойств делают белки высокоэффективными биокатализаторами?
  - + А. Специфичность к субстрату
  - Б. Высокая теплоемкость
  - В. Неполярная структура
  - Г. Постоянная активность при любых условиях
3. Какой параметр представляет собой максимальную скорость реакции в уравнении Михаэлиса-Ментен?
  - + А.  $V_{max}$
  - Б.  $K_m$
  - В.  $K_{cat}$
  - Г.  $V_0$
4. Какой метод позволяет оценить параметры ферментативной реакции с использованием начальных скоростей?
  - + А. Метод Кинга-Альтмана
  - Б. Метод Лайнуивера-Берка
  - В. Метод Вэбба
  - Г. Метод Нернста
5. Какой тип ингибирования характеризуется конкурентным связыванием с активным центром фермента?
  - + А. Конкурентное ингибирование
  - Б. Неконкурентное ингибирование
  - В. Упрощенное ингибирование
  - Г. Актиновое ингибирование
6. Какой механизм описывает взаимодействие двух субстратов с ферментом для образования двух продуктов?
  - + А. Двухсубстратный механизм
  - Б. Одношаговый механизм
  - В. Циклический механизм
  - Г. Диссоциационный механизм
7. Какое из следующих уравнений представляет интегральную форму уравнения Михаэлиса-Ментен?
  - + А.  $v = (V_{max}[S]) / (K_m + S)$
  - Б.  $v = kAB$
  - В.  $v = k'C$
  - Г.  $v = kA$
8. Какой из факторов не влияет на скорость ферментативной реакции?

- + А. Концентрация субстрата
  - Б. Температура
  - В. рН среды
  - Г. Атомная масса кислорода
9. Какой метод используется для контроля активности ферментов в пробах?
- + А. Измерение скорости реакции
  - Б. Определение структуры белка
  - В. Оценка молекулярной массы
  - Г. Масс-спектрометрия
10. Какое определение соответствует удельной скорости роста клеток?
- + А. Увеличение количества клеток на единицу времени на единицу биомассы
  - Б. Общее количество клеток в культуре
  - В. Объем среды, необходимый для роста
  - Г. Влияние температуры на рост клеток
11. Какой принцип описывает лимитирующий фактор для роста организмов?
- + А. Принцип Либиха
  - Б. Принцип толерантности
  - В. Принцип адаптации
  - Г. Принцип доминирования
12. Какой процесс приводит к ингибированию клеточного роста под действием токсичных веществ?
- + А. Токсическое ингибирование
  - Б. Апоптоз
  - В. Гибридизация
  - Г. Адаптация
13. Какое из следующих определений относится к экономическому коэффициенту роста?
- + А. Отношение продуктивности к затратам ресурсов
  - Б. Соотношение клеток к времени
  - В. Количество клеток в граммах
  - Г. Соотношение между биомассой и средой

### **Информация о разработчиках**

Дергал Фатех, БИ ТГУ