


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры  
«Санитарно-технические системы»  
«20» января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

 Р.А. Ковалев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по проведению практических (семинарских) занятий**  
**по дисциплине (модулю)**  
**«Биохимические основы очистки вод»**

**основной профессиональной образовательной программы**  
**высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки  
**08.03.01 – "Строительство"**

с профилем  
**"Водоснабжение и водоотведение"**

Форма(ы) обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080401-01-22

Тула 2022 год

## **Разработчик(и) методических указаний**

Сальников Б.Ф., доцент, к.т.н., доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



---

(подпись)

# Изучение ферментов.

## *Содержание*

1. Цель и задачи работы
2. Основы теории
3. Объекты и средства исследования
4. Подготовка к работе и программа работы
5. Выводы.

1. Цели и задачи работы.

Цель работы - ознакомить магистрантов с основными классами ферментов. Задачи исследования – научить магистрантов ориентироваться в различных классах ферментов и направленности их действия, понимать механизм действия ферментов.

2. Основы теории.

Ферменты составляют самый крупный и наиболее высокоспециализированный класс белковых молекул. Ферменты синтезируются самой клеткой. Биохимические реакции, составляющие основу обмена веществ и энергии протекают в присутствии ферментов (энзимов) – биологических катализаторов. Энизмы повышают скорость химических реакций в живом организме.

3. Объекты и средства исследования.

Объектом исследования является раздел «Ферменты» из [1]. Средства исследования – изучение литературы, комментарии преподавателя.

4. Подготовка к работе и программа работы.

Подбор литературы ( обязательно [1]) .

Программа работы:

Изучение ферментов по следующему плану. Природа ферментов и особенности ферментативного катализа. Структура, механизм действия и свойства ферментов. Классификация ферментов. Составление уравнения кинетики ферментативных реакций.

5. Выводы.

В выводах необходимо ответить на следующие вопросы: 1. что такое ферменты? 2. по предложенному преподавателем названию фермента указать к какому классу он относится.

# Изучение организмов-индикаторов сапробности.

## *Содержание*

1. Цель и задачи работы
2. Основы теории
3. Объекты и средства исследования
4. Подготовка к работе и программа работы
5. Выводы.

### 1. Цели и задачи работы.

Цель – на основе понятия сапробности ознакомить магистрантов с оценкой качества воды в водоемах с разной степенью загрязнения. Задачи исследования – дать студентам знания об организмах – индикаторах сапробности в водоемах с различной степенью загрязнения.

### 2. Основы теории.

Свойство организмов обитать в среде с той или иной степенью загрязненности, обусловленное их физиологическими особенностями, называется сапробностью данного организма. Поскольку гидробионты – весьма чувствительные индикаторы изменения экологической обстановки, степень загрязненности водоема можно оценивать по присутствию в нем организмов известной сапробности.

### 3. Объекты и средства исследования.

Объектом исследования является раздел «Сапробность гидробионтов» из [2]. Средства исследования – изучение литературы, комментарии преподавателя.

### 4. Подготовка к работе и программа работы.

Подбор литературы.

Экологическая характеристика различной степени загрязнения водоемов или их зон: поли-, мезо-, олиго- и ксеносапробная. Изучение организмов – индикаторов сапробности для каждой из зон.

### 5. Выводы.

В выводах необходимо ответить на следующие вопросы: что такое сапробность; по предложенному преподавателем названию организма-гидробионта определить степень загрязнения водоема.

# **Изучение организмов, вызывающих цветение водоемов, отложения и обрастания в системах водоснабжения**

## *Содержание*

1. Цель и задачи работы
2. Основы теории
3. Объекты и средства исследования
4. Подготовка к работе и программа работы
5. Выводы.

### 1. Цели и задачи работы.

Цель работы – изучить основные виды организмов-гидробионтов, вызывающих помехи в работе систем водоснабжения. Задачи исследования – дать студентам знания об организмах, вызывающих цветение водоемов, отложения и обрастания в системах водоснабжения.

### 2. Основы теории.

Массовое развитие в водоисточнике некоторых видов гидробионтов создает значительные осложнения в работе систем водоснабжения. К числу таких гидробионтов относятся нитчатые бактерии *Sphaerotilus natans*, гриб *Leptomitrus lacteus*, разные виды водорослей. Одни из них вызывают цветение водоемов, другие – отложения и обрастания.

### 3. Объекты и средства исследования.

Объектом исследования является раздел «Вредная деятельность гидробионтов в системах водоснабжения» из [2]. Средства исследования – изучение литературы, комментарии преподавателя.

### 4. Подготовка к работе и программа работы.

Подбор литературы.

Цветение природных водоемов, его причины и организмы, вызывающие цветение, осложнения в работе очистных сооружений водопровода, связанные с цветением источника водоснабжения, меры борьбы с цветением водоемов. Организмы – обрастатели, серобактерии, железобактерии, нитчатые бактерии, полипы, моллюски. Условия способствующие их развитию, последствия биологических обрастаний трубопроводов и подводных сооружений, предотвращение биологических обрастаний.

### 5. Выводы.

В выводах необходимо ответить на следующие вопросы: какие нарушения в работе систем водоснабжения являются следствием цветения водоемов и обрастаний; по предложенному преподавателем названиям организмов-гидробионтов определить, какие помехи они вызовут в работе систем водоснабжения.

# **Изучение конструктивного и энергетического обмена веществ, микроорганизмами в процессе аэробного окисления органики( цикл Кребса).**

## *Содержание*

1. Цель и задачи работы
2. Основы теории
3. Объекты и средства исследования
4. Подготовка к работе и программа работы
5. Выводы.

### 1. Цели и задачи работы.

Цель работы – изучение процессов аэробного дыхания, которое включает в себя ряд ферментативных окислительно-восстановительных реакций, заканчивающихся передачей водорода кислороду. В конструктивном обмене веществ необходимо изучить процессы получения питательных веществ клеткой в виде простых молекул при их всасывании через цитоплазматическую мембрану из окружающего раствора.

Задачи работы – дать студентам знания о происходящем в клетках микроорганизмов цикле превращений трикарбоновых кислот ( цикле Кребса).

### 2. Основы теории.

У многих микроорганизмов процесс аэробного дыхания, заключающийся в передаче водорода кислороду, начинается отщеплением водорода от окисляемого субстрата первичными анаэробными дегидрогеназами (НАД) по тому же механизму, что и при брожении. Затем, они передают его аэробным дегидрогеназам, в частности коферменту ФАД. Второй этап окисления субстрата протекает в результате превращений в цикле трикарбоновых кислот (цикле Кребса).

### 3. Объекты и средства исследования.

Объектом исследования является раздел теоретического курса « Использование органических загрязнений сточных вод в конструктивном и энергетическом обмене микроорганизмов». Средства исследования – изучение литературы, комментарии преподавателя.

### 4. Подготовка к работе и программа работы.

Подбор литературы.

Уяснение сущности конструктивного и энергетического обмена веществ, при аэробных процессах; механизма аэробного дыхания ( анаэробной и аэробной фаз); аэробного дыхания по циклу трикарбоновых кислот.

### 5. Выводы.

Магистранты представляют схематическое изображение цикла Кребса.

## **Изучение микронаселения активного ила в зависимости от состава очищаемых сточных вод.**

### *Содержание*

1. Цель и задачи работы
2. Основы теории
3. Объекты и средства исследования
4. Подготовка к работе и программа работы
5. Выводы.

#### 1. Цели и задачи работы.

Цель работы – изучение бионаселения активного ила, представляющего сложный биоценоз микроорганизмов разных систематических групп: бактерий, простейших, грибов, водорослей, а также некоторых многоклеточных животных. Выяснение зависимости и представительства состава биоценоза активного ила в зависимости от состава сточных вод.

Задачи работы – приобретение студентами знаний по различным группам микроорганизмов и их количественному соотношению, в зависимости от состава сточных вод и внешних условий в биоокислителе.

#### 2. Основы теории.

Главную роль в изъятии и окислении органических примесей сточных вод играют бактерии. Состав очищаемой сточной жидкости влияет на разнообразие физиологических групп бактериального населения активного ила, внешние условия в биоокислителе, оказывают влияние на имеющиеся в сооружении экологические группы бактерий. Небактериальное население активного ила, главным образом – простейшие, выполняют показательную функцию работы биоокислителя.

#### 3. Объекты и средства исследования.

Объектом исследования является разделы теоретического курса « Состав бактериального населения ила, зависимость его от состава обрабатываемой воды и других факторов», « Небактериальное население ила, его роль в процессах очистки», « Показательная функция простейших».[2]. Средства исследования – изучение литературы, комментарии преподавателя.

#### 4. Подготовка к работе и программа работы.

Подбор литературы.

Изучение основных родов и видов бактерий, присутствующих в илах городских очистных сооружений, их количественного состава. Выделение видов бактерий в соответствующие физиологические и экологические группы. Изучение основных видов небактериального населения ила. Установление зависимости видового и количественного состава простейших от качества очищаемой сточной жидкости, эффекта очистки, экологической обстановки в сооружении.

#### 5. Выводы.

Показать индикаторную роль простейших, в процессах биоокисления.

# **Изучение микрофлоры, обеспечивающей анаэробное окисление органических веществ.**

## *Содержание*

1. Цель и задачи работы
2. Основы теории
3. Объекты и средства исследования
4. Подготовка к работе и программа работы
5. Выводы.

1. Цели и задачи работы.

Цели работы – изучить основных представителей микрофлоры кислой и щелочной фаз брожения; изменения в качественном и количественном составе организмов при нарушениях процесса.

Задачи работы – ознакомить магистрантов с основными группами и количественным составом кислотообразующих бактерий; а также группами метанобразующих бактерий.

2. Основы теории.

Бактериальное население анаэробного ила чрезвычайно разнообразно. Первая фаза окисления исходного субстрата осуществляется кислотообразующими бактериями, конечными продуктами жизнедеятельности которых являются жирные кислоты. Выделено от 50 до 92 видов этих бактерий, представленных облигатными и факультативными анаэробами. Метанобразующие бактерии включают 3 основных рода.

3. Объекты и средства исследования.

Объектом исследования является раздел теоретического курса «Характеристика микрофлоры кислой и щелочной фаз брожения», [2]. Средства исследования – изучение литературы, комментарии преподавателя.

4. Подготовка к работе и программа работы.

Подбор литературы.

Изучение видов кислотообразующих бактерий, относящихся к различным физиологическим и экологическим группам, брожения целлюлозы, пектиновых веществ, жиров, и бактерий их осуществляющих. Изучение бактерий, проводящих щелочное брожение.

5. Выводы.

Назвать основные виды бактерий кислой и щелочной фаз брожения.



# **Гидробиологический анализ активного ила на очистных сооружениях канализации г.Тулы**

## *Содержание*

1. Цель и задачи работы
2. Основы теории
3. Объекты и средства исследования
4. Подготовка к работе и программа работы
5. Выводы.

1. Цели и задачи работы.

Цель – дать представление студентам о гидробиологическом анализе активного ила. Задачи исследования – получение сведений о систематических признаках организмов активного ила, о стадии развития микроорганизмов, об индикаторных организмах активного ила. На основании полученных сведений дать характеристику ила.

2. Основы теории.

Гидробиологический анализ дополняет технологический контроль качества очистки и работы аэротенков. Микрокопированием активного ила определяют группы, виды или подвиды микроорганизмов – индикаторов загрязнения, оценивают их количественные соотношения, физиологическое состояние особей и на основании этих характеристик делают заключение о состоянии активного ила его способности к переработки загрязнений.

3. Объекты и средства исследования.

Объект – активный ил очистных сооружений канализации (ОСК) г. Тулы. Средство исследования – микрокопирование в лаборатории ОСК.

4. Подготовка к работе и программа работы.

Готовится аппаратура согласно прил. 1 [3], реактивы для фиксации по [3].

Порядок проведения эксперимента

Магистранты отбирают пробы по методике, приведенной в [3]. Техника микрокопирования и количественный учет микроорганизмов также изложены в [3].

Обработка результатов эксперимента

Производится по результатам микрокопирования по пунктам, представленным в [3]. Непосредственно после микрокопирования пишется заключение о состоянии организмов активного ила и качестве очистки на основании характерных индикаторов, количественного учета организмов и наблюдения за состоянием организмов.

5. Выводы.

Дать качественную характеристику работы биоокислителя, в увязке с технологическими параметрами аэротенка.