Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 12:56:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**
декан факультета
химической технологии
и биотехнологии
_____/ Ю.В. Данильчук /
«25» _____августа_____2022 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Основы микробиологии и биотехнологии»

Направление подготовки
**20.03.01 Техносферная безопасность**
**Профиль «Экологическая безопасность и охрана труда»**
**Прием 2022**

Квалификация (степень) выпускника
**Бакалавр**

Форма обучения
**Очная**

Москва 2022 г.

## 1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Основы микробиологии и биотехнологии» следует отнести:

– формирование знаний механизмов воздействия биологических факторов среды обитания (биологических объектов и продуктов их жизнедеятельности) на человека;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность», в том числе формирование умений проведения экспериментальных исследований в области микробиологии и биотехнологии.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Основы микробиологии и биотехнологии» следует отнести:

– освоение методологии и выбора методов определения характера взаимодействия организма человека с биологическими объектами и продуктами их жизнедеятельности с учетом среды обитания; методов обнаружения и механизмы воздействия биологических объектов и продуктов их жизнедеятельности на человека; оценка состояния природных биоценозов окружающей среды и их изменений под воздействием антропогенной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Основы микробиологии и биотехнологии» относится к числу профессиональных учебных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Основы микробиологии и биотехнологии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В части, формируемой участниками образовательных отношений цикла (Б1):*

- Рациональное природопользование;
- Процессы и аппараты очистки атмосферы;
- Процессы и аппараты очистки сточных вод;
- Процессы и аппараты переработки отходов;
- «Зеленые» технологии/Организация деятельности предприятий по обращению с отходами;
- Экологический мониторинг/ Экологическая сертификация.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| ОПК-1 | Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека; | **Знать:** современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека<br>**Уметь:** решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека<br>**Владеть:** навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека |

## 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы, т.е. **72** академических часа (из них 36 часа – самостоятельная работа студентов).

На втором курсе в **четвертом** семестре выделяется **2** зачетные единицы, т.е. 72 академических часов (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов): лекции – 1 час в неделю (18 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Основы микробиологии и биотехнологии» по срокам и видам работы отражены в приложении.

## Содержание разделов дисциплины

**Введение**

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Определение микробиологии. История развития микробиологии. Положение микроорганизмов в системе живого мира. Классификация и идентификация микроорганизмов. Термины: таксон, вид, клон, штамм, колонии, чистая культура. Характеристика биотехнологии как науки и промышленной технологии: объекты, субстраты, продукты, производство.

**Основные объекты биотехнологии и их характеристика**

Вирусы, бактерии, дрожжи, мицеллиальные грибы, клетки растений и животных - и их характеристика.

Биотехнология (БТ) - одна из древнейших и самая молодая технология. Междисциплинарная природа биотехнологии. «Цветовая» классификация биотехнологии. Исторические этапы возникновения, становления и развития БТ. Динамика мирового биотехнологического рынка. Отличие БТ от традиционных технологий. Биотехнологическое производство, основные стадии и их характеристика. Субстраты и продукты биотехнологических процессов. Логика и перспективы развития БТ.

**Классификация живых организмов**

Классификация живых организмов по царствам и надцарствам. Классификация организмов по нуклеотидному составу 16S рРНК.

Размеры и формы микроорганизмов. Структура компонентов прокариотической клетки. Химический состав, функции компонентов прокариотической клетки. Покоящиеся формы микроорганизмов. Пили, жгутики. Механизмы движения. Питание, рост и развитие микроорганизмов. Культивирование микроорганизмов. Контроль роста микроорганизмов. Структура и классификация вирусных частиц, организация генетического материала. Бактериофаги. Литический и лизогенный циклы развития вирусов. Цикл развития ВИЧ. Особенности репликации и транскрипции у прокариотов. Роль конъюгации, трансдукции и трансформации в передаче генетической информации у бактерий. Строение гена и биосинтез белка у прокариотов и эукариотов. Кинетика роста микроорганизмов и определение ростовых параметров. Применение в биотехнологии.

**Экология микроорганизмов**

Методы исследования экологии микроорганизмов. Активность микроорганизмов в природе. Роль микроорганизмов в природных местообитаниях, взаимодействия с другими организмами.

**Сравнительная характеристика методов конструирования продуцентов – селекции и генетической инженерии**

Мутации, индуцированный мутагенез, репарация. Селекция микроорганизмов: ступенчатый отбор по количественному признаку и отбор по устойчивости к структурному аналогу целевого продукта.

Теоретические предпосылки генетической инженерии. Понятия: промотор, терминатор, транскриптон, оперон.

Генетическая инженерия (ГИ). Ферменты, используемые в ГИ: рестриктазы, лигазы, обратная транскриптаза. Контроль реакции рестрикции ДНК методом электрофореза. Характеристика и свойства плазмид на примере плазмиды pBR322.

Этапы конструирования продуцентов (сверхпродуцентов) методами ГИ. Выбор микроорганизма-продуцента, методы получения генов – из ДНК биологического источника, химико-ферментативные способы получения генов. Метод получения генов на основе м-РНК. Векторы для экспрессии и клонирования на основе плазмид и бактериофагов. Конструирование векторов для клонирования. Введение рекомбинантной ДНК в организм-реципиент.

Полимеразная цепная реакция. Применение, компоненты, условия, продукты. Характеристика ферментов, используемых для проведения полимеразной цепной реакции. Источники этих ферментов. Генная инженерия растений. Использование Ti-плазмид.

Клеточная инженерия. Метод слияния протопластов бактерий, грибов, растений. Метод культуры клеток тканей растений. Слияние клеток животных и человека.

**Технология получения инсулина человека методом генной инженерии**

Биотехнологическое получения инсулина. Инсулин: структура, свойства, использование, методы получения. Получение инсулина крысы в клетках *Escherichia coli*. Характеристика продуцента. Получение инсулина человека методом раздельного конструирования цепей. Получение инсулина человека методом внутриклеточной экспрессии на основе проинсулина. Характеристика продуцента и плазмиды pPINS07. Технологическая схема. Условия выделения рекомбинантного белка и получения кристаллического инсулина.

**Инженерная энзимология**

Международная классификация ферментов. Особенности ферментов как биологических катализаторов. Структура активного центра ферментов на примере химотрипсина. Изменение энергии системы в ходе

некаталитической реакции и в присутствии фермента. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Параметры уравнения: определение и физический смысл. Получение ферментных препаратов. Методы выделения и очистки ферментов. Схема получения кристаллического препарата α-амилазы *Aspergillus oryzae.* Условия культивирования и ключевые стадии выделения.

Преимущества иммобилизованных ферментов перед растворимыми. Методы иммобилизации ферментов. Требования к носителям. Иммобилизованные системы: ферменты, клетки, органеллы. Использование иммобилизованных ферментов в промышленности.

**Промышленная биотехнология: получение продуктов брожения, органических кислот, аминокислот, антибиотиков**

Основные этапы развития промышленной биотехнологии. Современное состояние. Развитие современной химической биотехнологии. Спиртовое брожение у дрожжей семейства *Saccharomycetaceae*. Сырье для микробиологического производства этанола. Принципиальная технологическая схема получения этанола из крахмалсодержащего сырья. Получение глицерина. Получение пекарских дрожжей. Технология получения пива. Ацетонобутанольное брожение. Принципиальная технологическая схема получения ацетона и бутанола из мелассы. Микробиологическое получение молочной и пропионовой кислот. Трансформации спиртов уксуснокислыми бактериями. Получение уксусной кислоты и диоксиацетона. Технология получения лимонной кислоты с использованием гриба *Aspergillus niger*. Биосинтез L-глутаминовой кислоты бактерией *Corynebacterium glutamicum*.

Продуценты и принципиальная технологическая схема производства пенициллинов. Особенности технологии получения антибиотиков.

**Бактериальное выщелачивание**

Химия бактериального окисления пирита. Использование микробного выщелачивания. Кучное и отвальное выщелачивание. Принципиальная схема получения меди методом бактериального выщелачивания.

**Биосенсоры**

Биосенсоры: принципиальная схема, типы биологических элементов распознавания и физических преобразователей, способы иммобилизации ферментов в биосенсорах. Характеристика биосенсоров на основе алкогольоксидазы и глюкооксидазы. Биосенсоры на D-глюкозу, мочевину, на токсичные фосфорорганические соединения.

**Сельскохозяйственная биотехнология**

Проблемы и современное состояние сельскохозяйственной биотехнологии. Получение трансгенных растений. Технология получения биологических удобрений. Биологические методы и препараты для борьбы

с насекомыми-вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных.

**Экологическая биотехнология**

Классификация сточных вод и показатели загрязненности сточных вод. Химическое потребление кислорода, биохимическое потребление кислорода. Гидрохимический индекс загрязнения воды. Положение биологической очистки в общей схеме очистки сточных вод. Классификация методов биологической очистки сточных вод. Преимущества и недостатки метода биологической очистки сточных вод. Характеристика активного ила. Состав биоценоза активного ила. Аэробная очистка в аэротенке. Классификация аэротенков. Принцип работы аэротенка и окситенка. Очистка сточных вод с использованием биофильтров. Принцип работы дискового погружного биофильтра. Принцип работы окситрона. Сравнение аэробных методов очистки сточных вод по окислительной мощности. Анаэробные процессы очистки сточных вод и твердых отходов. Режим работы метантенков. Состав биогаза, образующегося при анаэробной биологической очистке. Установки биоочистки воздуха. Биосорбция металлов из растворов. Биоповреждения и борьба с ними.

## 5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Основы микробиологии и биотехнологии» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– обсуждение и защита расчетного задания по дисциплине;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Основы микробиологии и биотехнологии» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- расчётное домашнее задание по теме: «Основы микробиологии и биотехнологии» (индивидуально для каждого обучающегося);
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита.
- подготовка к семинарским занятиям

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок и сроки ее выполнения:

– Выполнение практического задания, время выдачи расчетного задания – не позднее 3-ей недели 4-го семестра; срок сдачи расчетного задания – не позднее 7-ой недели 4-го семестра; ориентировочные темы расчетного задания:

- Определить на основе представленных экспериментальных данных (индивидуальные данные для каждого задания) кинетические параметры роста популяции *E.coli* – удельную скорость роста и время генерации, а также среднюю продуктивность процесса по биомассе.
- Кинетика роста микроорганизмов в периодическом ферментере. Фазы роста бактерий и их характеристика. Определение ростовых параметров по экспериментальным данным. Графическое определение удельной скорости роста μ, времени генерации и средней продуктивности.
- Графически с использованием компьютерной программы Excel определите удельную скорость роста и время удвоения популяции.

– подготовка к занятиям, контрольным работам и зачету с использованием конспекта лекций, отчета по выполнению расчетного задания и приведенных ниже (п/п.п. 7.1 и 7.2) источников (в течение 4-го семестра в соответствии с расписанием занятий);

Образцы тестовых заданий, заданий курсовых проектов, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля приведены в приложении.

### 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| ОПК-1 | Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека; |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека; | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:** современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человекадопускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой *окружающей среды и обеспечением безопасности человека*<br>свободно оперирует приобре-тенными знаниями. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | операциях. | |
| **уметь:** решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет**:** решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: **:** решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека<br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: **:** решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека<br>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: **:** решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека<br>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **владеть:** навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека | Обучающийся владеет навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека способностью навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы микробиологии и биотехнологии» (указывается что именно – прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, выступили с докладом и т.д.)*

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.**

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
ОП (профиль): «Техносферная безопасность»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: НОЦ

Биотех

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

# ПО ДИСЦИПЛИНЕ
# «Основы микробиологии и биотехнологии»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

_____

_____

_____

**Составитель:**

доцент, к.х.н. А.Б. Пшеничникова

Москва, 2022 год

Таблица 1

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| **Основы микробиологии и биотехнологии** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО **20.03.01 «Техносферная безопасность»** | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общекультурные компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИН-ДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВ-КА** | | | | |
| ОПК-1 | Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности | **Знать:** современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека<br>**Уметь:** решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека | лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия, лабораторные работы | УО, К, К/Р | **Базовый уровень**<br>- способен анализировать механизмы воздействия биологических объектов и продуктов их жизнедеятельности на человека в стандартных учебных ситуациях<br>**Повышенный уровень**<br>- способен анализировать механизмы воздействия биологических объектов и продуктов их жизнедеятельности на человека века на основе анализа биотехнологических источников |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | человека; | **Владеть:** навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека | | | |

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение 2
к рабочей программе

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Основы микробиологии и биотехнологии»**

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Контрольная работа (К/Р) | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу | Комплект контрольных заданий по вариантам |
| 2 | Тест (Т) | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений | Фонд тестовых заданий |
| 3 | Расчетно-графическая работа (РГР) | Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом. | Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы |
| 4 | Устный опрос собеседование, (УО) | Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме | Вопросы по темам/разделам дисциплины |

Комплект контрольных заданий по вариантам

1). Междисциплинарная природа биотехнологии. Основные разделы и продукты биотехнологии. «Цветная» классификация биотехнологии. 2). Включение чужеродной ДНК в плазмидный вектор. Характеристика рестриктаз.

1). Бинарное деление у прокариот. Кинетика роста бактерий. Ростовые параметры. 2). Принципиальная схема биотехнологического процесса и характеристика основных этапов.

1). Важнейшие открытия в биотехнологии XX века. Описание, авторы, даты. 2). Характеристика, строение и жизненный цикл ВИЧ.

1). Прокариоты как объект биотехнологии. Факторы, влияющие на рост бактерий. Особенности репликации и транскрипции у прокариотов. 2). Технология рекомбинантных ДНК (стадии и краткое описание).

1). Преимущества иммобилизованных ферментов перед растворимыми. Методы иммобилизации ферментов. Требования к носителям. 2). Уравнение Михаэлиса-Ментен. Параметры уравнения: определение и физический смысл.

1). Технологическая схема получения инсулина человека методом внутриклеточной экспрессии на основе проинсулина. Условия культивирования. 2). Рестриктазы: свойства и применение в генетической инженерии. Контроль реакции рестрикции ДНК методом электрофореза.

1). Теоретические предпосылки генетической инженерии. Характеристика плазмид и ферментов рестрикции, их роль в технологии рекомбинантных ДНК. 2). Структура активного центра ферментов. Как изменяется энергия системы в ходе некаталитической реакции и в присутствии фермента?

1). Как формируется название ферментного препарата? Какую информацию о получении препарата можно получить по его названию? 2). Мутагенные факторы, их характеристика и применение в биотехнологии.

1). Получение ферментных препаратов. Методы выделения и очистки ферментов. Приведите пример схемы получения ферментных препаратов с индексом П10Х. 2 ). Получение генов эукариот для экспрессии в клетках прокариот. Характеристика обратной транскриптазы.

1). Сырье для микробиологического производства этанола. 2). Классификация сточных вод и показатели загрязненности сточных вод.

1). Технологическая схема получения этанола из крахмалсодержащего сырья. 2). Сравнительная характеристика биофильтров и аэротенков.

1). Характеристика *Aspergillus niger* - продуцента лимонной кислоты. 2). Бактериальное выщелачивание медных концентратов. Химизм, промышленная реализация.

1). Характеристика рода *Clostridium.* Какие виды клостридий вы знаете, их особенности. 2). Классификация методов биологической очистки сточных вод.

1). Принципиальная схема получения меди методом бактериального выщелачивания. 2). Характеристика активного ила. Состав биоценоза активного ила.

1). Технология получения лимонной кислоты методом поверхностного культивирования. 2). Положение биологической очистки в общей схеме очистки сточных вод.

1). Характеристика уксуснокислых бактерий Acetobacter и Gluconobacter. 2). Принцип работы аэротенка и окситенка.

1). Технология получения уксусной кислоты для пищевой промышленности. 2). Биоповреждения и борьба с ними.

1). Использование микробного выщелачивания. Кучное и отвальное выщелачивание. 2). Очистка сточных вод с использованием биофильтров.

1). Биосенсоры: принципиальная схема, типы биологических элементов распознавания и физических преобразователей, способы иммобилизации ферментов в биосенсорах. 2).

Анаэробные процессы очистки сточных вод и твердых отходов. Режим работы метантенков.
1). Химия бактериального окисления пирита. 2) Гидрохимический индекс загрязнения воды.
1). Химическая схема процессов брожения. Какие микроорганизмы участвуют в процессах брожения, какие продукты ими образуются? 2) Принцип работы дискового погружного биофильтра.
1). 2). Сравнение аэробных методов очистки сточных вод по окислительной мощности.
Фонд тестовых заданий

1.Объектом изучения микробиологии являются
А- микроорганизмы
Б - строение клетки
В – только бактерии
Г – макромолекулы

2.В прокариотической клетке имеются
А – ядро
Б - митохондрии
В – рибосомы
Г – эндоплазматический ретикулум

3.В эукариотической клетке в отличие от прокариотической имеется
А – ядро
Б – клеточная мембрана
В – молекула ДНК
Г – цитоплазма

4.Грамположительные и грамотрицательные бактерии отличаются
А – строением клеточной стенки
Б – количеством жгутиков
В – размерами
Г – строением клеточной мембраны

5.Структура, которая присутствует во всех клетках без исключения
А – цитоплазматическая мембрана
Б – ядро
В – клеточная стенка
Г – слизистая капсула

6.Цитоплазматическая мембрана состоит из
А – полисахаридов
Б – белков и липидов
В – углеводов и нуклеиновых кислот
Г – пептидогликана

7.ДНК бактерий обычно является
А – одноцепочечной, линейной
Б – двухцепочечной, линейной
В - двухцепочечной, кольцевой
Г - одноцепочечной, кольцевой

8.Перенос информации от молекулы ДНК на матричную РНК называется
А – трансляция
Б – трансдукция
В – транскрипция
Г – трансформация

9.В соответствии с генетическим кодом одной аминокислоте соответствует
А – один нуклеотид
Б – два нуклеотида
В – три нуклеотида
Г – четыре нуклеотида

10.Соотнесите морфологическую форму бактерии с ее характеристикой

| Морфологическая форма | Характеристика |
|---|---|
| 1. кокки | А) цепочка шаровидных клеток |
| 2. спирохеты | Б) изогнутые палочки |
| 3. вибрионы | В) одиночные шаровидные клетки |
| 4. стрептококки | Г) грозди шаровидных клеток |
| 5. стафиллококки | Д) извитые формы |

Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

**Задача 1**

С целью определения кинетики роста популяции бактерий *Escherichia coli* (кишечная палочка) изучали рост и размножение клеток данных бактерий при различных концентрациях лимитирующего субстрата - глицерина. Клетки выращивали при оптимальных условиях и через каждые полчаса измеряли оптическую плотность культуры при длине волны 420 нм - $D_{420}$ (показатель, отражающий численность популяции). Полученные в результате эксперимента данные представлены в таблице.

Определить на основе представленных экспериментальных данных кинетические параметры роста популяции кишечной палочки – удельную скорость роста и время генерации.

Рассчитайте среднюю продуктивность процесса по биомассе, если известно, что оптическая плотность культуральной жидкости $D_{420}$ связана с концентрацией сухой биомассы клеток уравнением $C$ (г/л) $=0{,}57 \cdot D_{420}$.

**Вариант А**

Концентрация глицерина 0,10 г/л.

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{420}$), ед.опт.пл. | 0,10 | 0,17 | 0,26 | 0,36 | 0,48 | 0,75 | 1,06 | 1,75 | 2,35 | 3,96 |

**Вариант Б**

Концентрация глицерина 0,20 г/л.

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Время (t), ч | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{420}$), ед.опт.пл. | 0,14 | 0,19 | 0,27 | 0,42 | 0,59 | 0,82 | 1,32 | 1,81 | 2,41 | 3,62 |

**Вариант В**

Концентрация глицерина 0,40 г/л.

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{420}$), ед.опт.пл. | 0,09 | 0,12 | 0,18 | 0,24 | 0,31 | 0,49 | 0,61 | 0,94 | 1,36 | 1,79 |

**Вариант Г**

Концентрация глицерина 0,80 г/л.

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{420}$), ед.опт.пл. | 0,12 | 0,15 | 0,20 | 0,24 | 0,31 | 0,49 | 0,61 | 0,94 | 1,36 | 1,79 |

**Задача 2**

В лабораторных условиях установлено, что культура микроорганизмов растет на простой среде, содержащей 0,3 вес.% глюкозы. Процесс роста контролировали по изменению оптической плотности при 420 нм по времени.

Графически определите удельную скорость роста и время удвоения популяции.

Рассчитайте среднюю продуктивность процесса по биомассе, если известно, что оптическая плотность культуральной жидкости $D_{420}$ связана с концентрацией сухой биомассы клеток уравнением $C$ (г/л) $=0{,}57 \cdot D_{420}$.

**Вариант Д**

| N п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), час | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{420}$), ед.опт.пл. | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 0,14 | 0,20 | 0,37 | 0,35* | 0,52* | 0,56* | 0,55* |

* - определению оптической плотности предшествовало разведение пробы равным объемом не содержащей клеток среды.

**Задача 3**

Штамм метилотрофных бактерий *Methylophilus quaylei* $SM^+$, устойчивый к стрептомицину, растет в минеральной среде с метанолом (1%) в присутствии холата натрия (поверхностно активное вещество). Кинетика роста приведена в таблице. Графически определите удельную скорость роста и время удвоения популяции.

Рассчитайте среднюю продуктивность процесса по биомассе, если известно, что оптическая плотность культуральной жидкости $D_{600}$ связана с концентрацией сухой биомассы клеток уравнением С (г/л) =0,25·$D_{600}$.

**Вариант Е**

Без добавок холата натрия (контроль 1)

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 18 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{600}$), ед.опт.пл. | 0,139 | 0,165 | 0,2 | 0,256 | 0,285 | 0,864 |

**Вариант Ж**

Без добавок холата натрия (контроль 2)

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 18 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{600}$), ед.опт.пл. | 0,134 | 0,145 | 0,186 | 0,237 | 0,264 | 0,796 |

**Вариант З**

Концентрация холата натрия $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 18 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{600}$), ед.опт.пл. | 0,126 | 0,143 | 0,173 | 0,225 | 0,246 | 0,696 |

**Вариант И**

Концентрация холата натрия $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 18 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{600}$), ед.опт.пл. | 0,126 | 0,142 | 0,166 | 0,2 | 0,233 | 0,578 |

**Вариант К**

Концентрация холата натрия $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|

| Время (t), ч | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{600}$), ед.опт.пл. | 0,123 | 0,136 | 0,166 | 0,199 | 0,227 | 0,525 |
| | | | | | | |

**Вариант Л**

Концентрация холата натрия $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 18 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{600}$), ед.опт.пл. | 0,119 | 0,131 | 0,156 | 0,194 | 0,226 | 0,502 |

**Вариант М**

Концентрация холата натрия $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 18 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{600}$), ед.опт.пл. | 0,099 | 0,106 | 0,112 | 0,119 | 0,213 | 0,376 |

**Задача 4**

Штамм метилотрофных бактерий *Methylophilus quaylei* $SM^{-}$, чувствительный к стрептомицину, растет в минеральной среде с метанолом (1%) в присутствии холата натрия (поверхностно активное вещество). Кинетика роста приведена в таблице. Графически определите удельную скорость роста и время удвоения популяции.

Рассчитайте среднюю продуктивность процесса по биомассе, если известно, что оптическая плотность культуральной жидкости $D_{600}$ связана с концентрацией сухой биомассы клеток уравнением $C$ (г/л) $=0{,}25 \cdot D_{600}$.

**Вариант Н**

Без добавок (контроль 1)

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 18 |
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{600}$), ед.опт.пл. | 0,178 | 0,224 | 0,304 | 0,338 | 0,38 | 1,117 |

**Вариант О**

Без добавок (контроль 2)

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Время (t), ч | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 | 18 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Оптическая плотность культуральной жидкости ($D_{600}$), ед.опт.пл. | 0,177 | 0,198 | 0,236 | 0,296 | 0,326 | 0,983 |

Вопросы для устного опроса по темам/разделам дисциплины

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

**а) основная литература:**

**1.** Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика) / Г.П. Шуваева, Т.В. Свиридова, О.С. Корнеева и др. ; науч. ред. В.Н. Калаев ; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 317 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482028

**б) дополнительная литература:**

1. Пак, И.В. Введение в биотехнологию : [16+] / И.В. Пак, О.В. Трофимов, О.А. Величко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тюменский государственный университет, Институт биологии. – 3-е изд., перераб. и доп. – Тюмень : Издательство Тюменского государственного университета, 2018. – 160 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567615

**в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Электронные образовательные ресурсы в разработке.

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:
http://window.edu.ru/resource/462/26462. Волова Т.Г. Биотехнология. - Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. - 252 с. Формат документа: pdf. Размер:3,67 MB.
http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt1_1.htm. Раздел «Промышленная биотехнология».
http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt12_1.htm. «Биотехнологии в решении экологических проблем».

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Лекционная аудитория кафедры «Химбиотех» Ав5504: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс

(переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Аудитория для семинарских и практических занятий Ав5404а: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5404б и 5406а: лабораторные столы, весы лабораторные DX-2000, весы прецизионные AND, химическая мойка, ламинарный бокс Бавп-01-«Ламинар-С»-1,2, термостат 180твл, фотоэлектроколориметр КФК-2, спектрофотометр, холодильник для хранения культур, насос вакуумный N 810 FT.18, микроскоп Микмед 6, микроскоп, оснащенный камерой соединенной с компьютером, микроскопы учебные 15 штук, стереомикроскоп 2 шт., центрифуга, сушильный шкаф, автоклав ВК-75, биореактор, установка баромембранной фильтрации, вакуумный сушильный шкаф, шейкер микробиологический, фотобиореактор, установка для культивирования фототрофов, автоматические пипетки, электрические насосы дл пипеток, магнитные мешалки, лабораторная посуда для проведения лабораторных занятий, стеллажи с научной литературой

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Дисциплина «Основы микробиологии и биотехнологии» предусматривает лекции и практические/лабораторные занятия каждую неделю. Изучение дисциплины завершается экзаменом. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических и лабораторных занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо:

перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические/лабораторные занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии,

аргументации и защиты выдвигаемых положений, навыков практической работы в микробиологической лаборатории, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому/лабораторному занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим/лабораторным занятиям студентам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического/лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; повторить проведенные инструктажи по технике безопасности;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое или лабораторное занятие и указания на самостоятельную работу.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **20.03.01 Техносферная безопасность**.

**Программу составил:**

доцент, к.б.н. /Горшина Е.С./

Руководитель образовательной
программы д.т.н., проф.  /М.В. Графкина/

*Приложение*

**Структура и содержание дисциплины «Методы и средства измерений, испытаний и контроля качества продукции» по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (бакалавр)**

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| | **Четвертый семестр** | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | **Введение. Основные термины и определения.** | **2** | 1 | **2** | | | | | | | | | | | |
| 2 | Вводное занятие по лабораторному практикуму | 2 | 2 | | | 2 | | | | | | | | | |
| **3** | **Методы измерений, испытаний и контроля качества продукции. Средства измерений, испытаний и контроля качества продукции.** *Классификация по определяющим признакам. Обобщенная структурная схема средств измерений, испытаний и контроля качества продукции.* | **2** | **3** | **2** | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | *Лабораторная работа «*Выбор | 2 | 4 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | метода и средства измерений» | | | | | | | | | | | | | | |
| **1.5** | **Средства измерений, испытаний и контроля качества продукции.** *Требования, предъявляемые к средствам измерений, испытаний и контроля качества продукции. Метрологические характеристики средств измерений, испытаний и контроля качества продукции.* | **2** | **5** | **2** | | | | | | | | | | | |
| 1.6 | *Лабораторная работа* «Метрологические характеристики средств измерений, испытаний и контроля» | 2 | 6 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| **1.7** | **Подготовка к измерениям, испытаниям и контролю**. *Анализ постановки измерительной (испытательной) задачи. Выбор модели объекта. Создание условий. Выбор метода измерений.* | **2** | **7** | **2** | | | | | | | | | | | |
| 1.8 | *Лабораторная работа* «Постановка измерительной (испытательной) задачи. Выбор модели объекта. Создание условий для измерений». | 2 | 8 | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| **1.9** | **Подготовка к измерениям,** | **2** | **9** | **2** | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **испытаниям и контролю**. *Выбор средств измерений, испытаний и контроля качества продукции.* *Методики выполнения измерений, испытаний и контроля качества продукции. Выбор числа измерений.* *Подготовка оператора и опробование средств измерений.* | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.10 | *Лабораторная работа* «Разработка методики выполнения измерений, испытаний и контроля качества продукции». | 2 | 10 | | | 2 | 2 | | | | | + | | | |
| **1.11** | **Применение средств измерений, испытаний и контроля качества продукции в машиностроении.** *Измерения и контроль геометрических величин.* | **2** | **11** | **2** | | | | | | | | + | | | |
| 1.12 | Лабораторная работа «Средства измерений и контроля линейных размеров». | 2 | 12 | | | | 2 | | | | | + | | | |
| **1.13** | **Применение средств измерений, испытаний и контроля качества продукции в машиностроении.** *Измерения и контроль механических величин.* *Измерения и контроль тепловых величин.* | **2** | **13** | **2** | | | 5 | | | | | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.14 | *Лабораторная работа «*Средства измерений и контроль механических величин». | 2 | 14 | | | 2 | 2 | | | | | + | | | |
| **1.15** | **Применение средств измерений, испытаний и контроля качества продукции в машиностроении.** *Измерения и контроль электрических и магнитных величин.* | **2** | **15** | **2** | | | | | | | | + | | | |
| 1.16 | *Лабораторная работа «Средства измерений и контроль электрических и магнитных величин».* | 2 | 16 | | | 2 | 2 | | | | | + | | | |
| **1.17** | **Применение средств измерений, испытаний и контроля качества продукции в машиностроении.** *Измерения оптических величин. Измерения акустических величин.* ***Обзорная лекция.*** | **2** | **17** | **2** | | | **7** | | | | | + | | | |
| 1.18 | Обзорное практическое занятие. | 2 | 18 | | | 2 | | | | | | | | | |
| | ***Форма аттестации*** | | **19-21** | | | | | | | | | | | **3** | |
| | **Всего часов по дисциплине** | | | 18 | | 18 | 36 | | | + | | | | | |