

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра микробиологии и иммунологии

Авторы-составители: **Четина Оксана Александровна
Пахоруков Иван Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Код УМК 98468

Утверждено
Протокол №9
от «20» июня 2023 г.

Пермь, 2023

1. Наименование дисциплины

Моделирование биотехнологических процессов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **19.03.01** Биотехнология
направленность Микробные и клеточные технологии

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Моделирование биотехнологических процессов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

19.03.01 Биотехнология (направленность : Микробные и клеточные технологии)

ОПК.2 Способен понимать принципы работы современных информационно-коммуникационных технологий и использовать их для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности

Индикаторы

ОПК.2.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

ОПК.4 Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения, включая проведение расчетов и моделирование

Индикаторы

ОПК.4.1 Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач с использованием методов моделирования и современных аналитических методов

ОПК.4.2 Производит первичные расчеты и моделирует биотехнологические процессы и системы с использованием методов моделирования и современных аналитических методов

ОПК.6 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции

Индикаторы

ОПК.6.2 Выполняет технологические операции и управляет биотехнологическими процессами

ОПК.6.3 Контролирует количественные и качественные показатели получаемой продукции

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	19.03.01 Биотехнология (направленность: Микробные и клеточные технологии)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10,11
Объем дисциплины (з.е.)	6
Объем дисциплины (ак.час.)	216
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	84
Проведение лекционных занятий	56
Проведение практических занятий, семинаров	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	132
Формы текущего контроля	Письменное контрольное мероприятие (6)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр) Экзамен (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Первый учебный период

Основы промышленной биотехнологии и получение первичных и вторичных метаболитов

Основные методы и подходы, используемые в промышленной биотехнологии

Преимущества биотехнологических производств. Стадии биотехнологического процесса. Внеклеточные и внутриклеточные продукты биосинтеза. Способы выделения целевого продукта. Очистка. Концентрирование продукта. Получение готовой формы продукта.

Технологическое оборудование промышленного назначения

Технологическое оборудование, используемое в лабораторных исследованиях и в промышленных производствах. Типы биореакторов. Барботажные и эрлифтные биореакторы. Биореакторы с применением механических перемешивающих устройств. Режимы культивирования, периодическое и проточное. Типы проточного культивирования, хемостатный, турбидостатный.

Продукты биотехнологии и блок-схемы их производств

Продукты биотехнологического производства: газы - со стадии ферментации, среда ферментации, жидкость после отделения биомассы, биомасса инактивированная, биопрепарат, ослабленная биомасса микроорганизмов, внеклеточные и внутриклеточные биопродукты и другие. Блок-схемы производства биогаза, йогурта, хлеба и др.

Производство аминокислот и белковых продуктов

Белок одноклеточных организмов. Требования, предъявляемые к белку одноклеточных организмов. Технология получения микробного белка. Процесс биотехнологического получения аминокислот.

Производство гормонов

Получение соматотропина, соматостатина, инсулина.

Производство витаминов

Получение витамина B12, B2, эргостерина.

Производство лекарственных препаратов и вакцин

Получение интерферонов. Производство вакцин, антибиотиков. Методика получения моноклональных антител.

Производство органических кислот, вторичных метаболитов

Получение лимонной, молочной, уксусной, пропионовой, глюконовой и других кислот. Вещества вторичного синтеза у растений (терпены, фенольные соединения, алкалоиды, гликозиды и др.) и биотехнологические способы их получения.

Второй учебный период

Общие сведения о математических моделях и моделировании

Основные понятия математического моделирования. Цели, принципы и аксиомы моделирования. Виды моделей и моделирование. Факторы, влияющие на модель объекта.

Моделируемый объект – клеточная популяция

Фазы развития клеточных культур. Общие принципы моделирования и способы описания кинетики роста популяции микроорганизмов. Способы культивирования микроорганизмов. Идеальные реакторы для изучения кинетики клеточного роста. Кинетика клеточного роста в переходном состоянии. Кинетика тепловой гибели клеток и спор.

Математические и кинетические модели биотехнологических процессов

Моделирование биотехнологических процессов. Однофакторные зависимости удельной скорости роста популяций микроорганизмов. Влияние ингибиторов и активаторов на скорость роста клеточных популяций. Многофакторные зависимости удельной скорости роста популяций микроорганизмов. 3.5. Влияние других параметров на кинетику клеточного роста.

Математическое моделирование простейших типовых биотехнологических процессов и систем

Математическое моделирование процессов периодического культивирования микроорганизмов. Математическое моделирование процессов непрерывного культивирования микроорганизмов. Математическое моделирование процессов биотрансформации и биокатализа. Математическое моделирование мембранных процессов в биотехнологии. Математическое моделирование биотехнологических процессов в медицине.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 304 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/18209. - ISBN 978-5-16-011479-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Znanium : [сайт]. <https://znanium.com/catalog/product/1893661>
2. Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие для вузов / О. Н. Чечина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 231 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08291-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/424757>
3. Математическое моделирование биотехнологических процессов:лаб. практикум/Казан. химико-технол. ин-т.-Казань,1981.-52.

Дополнительная:

1. Зипаев, Д. В. Биотехнология пищевых продуктов : лабораторный практикум / Д. В. Зипаев. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 50 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/105198>
2. Орехов, С. Н. Фармацевтическая биотехнология : рук. к практ. занятиям / С. Н. Орехов [и др.] ; под ред. А. В. Катлинского. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 432 с. - ISBN 978-5-9704-3435-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. <https://elis.psu.ru/node/642129>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Моделирование биотехнологических процессов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);

2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);

3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;

4) программы для просмотра и редактирования цифровых изображений;

5) программы для просмотра и редактирования DjVu-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий необходима Лаборатория "Физиологии микроорганизмов", оснащенная необходимым лабораторным оборудованием учебно-наглядными пособиями. Состав оборудования представлен в паспорте лаборатории.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Моделирование биотехнологических процессов**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.4

Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения, включая проведение расчетов и моделирование

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.4.1 Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач с использованием методов моделирования и современных аналитических методов	ЗНАТЬ методы математического и компьютерного моделирования для анализа и решения прикладных задач. УМЕТЬ интерпретировать результаты анализа и делать обоснованные выводы. ВЛАДЕТЬ навыками разработки эффективных алгоритмов и моделей.	Неудовлетворител Не знает методы математического и компьютерного моделирования для анализа и решения прикладных задач. Не умеет интерпретировать результаты анализа и делать обоснованные выводы. Не владеет навыками разработки эффективных алгоритмов и моделей.
		Удовлетворительн Фрагментарно знает методы математического и компьютерного моделирования для анализа и решения прикладных задач. С ошибками умеет интерпретировать результаты анализа и делать обоснованные выводы. Частично владеет навыками разработки эффективных алгоритмов и моделей.
		Хорошо Знает методы математического и компьютерного моделирования для анализа и решения прикладных задач. С небольшими погрешностями умеет интерпретировать результаты анализа и делать обоснованные выводы. Владеет навыками разработки эффективных алгоритмов и моделей.
		Отлично В полной мере знает методы математического и компьютерного моделирования для анализа и решения прикладных задач. Умеет интерпретировать результаты анализа и делать обоснованные выводы. Владеет навыками разработки эффективных алгоритмов и моделей.
ОПК.4.2 Производит первичные расчеты и моделирует	ЗНАТЬ методы и подходы к моделированию биотехнологических процессов	Неудовлетворител Не знает методы и подходы к моделированию биотехнологических

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
биотехнологические процессы и системы с использованием методов моделирования и современных аналитических методов	и систем. УМЕТЬ выполнять необходимые первичные расчеты для моделирования биотехнологических процессов. ВЛАДЕТЬ навыками моделирования биотехнологических процессов и систем.	Неудовлетворител процессов и систем. Не умеет выполнять необходимые первичные расчеты для моделирования биотехнологических процессов. Не владеет навыками моделирования биотехнологических процессов и систем. Удовлетворительн Фрагментарно знает методы и подходы к моделированию биотехнологических процессов и систем. С ошибками умеет выполнять необходимые первичные расчеты для моделирования биотехнологических процессов. Частично владеет навыками моделирования биотехнологических процессов и систем. Хорошо Знает методы и подходы к моделированию биотехнологических процессов и систем. С небольшими погрешностями выполнять необходимые первичные расчеты для моделирования биотехнологических процессов. Владеет навыками моделирования биотехнологических процессов и систем. Отлично В полной мере знает методы и подходы к моделированию биотехнологических процессов и систем. Умеет выполнять необходимые первичные расчеты для моделирования биотехнологических процессов. Владеет навыками моделирования биотехнологических процессов и систем.

ОПК.2

Способен понимать принципы работы современных информационно-коммуникационных технологий и использовать их для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.2.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности,	ЗНАТЬ принципы построения и решения математических моделей биотехнологических процессов. УМЕТЬ	Неудовлетворител Не знает принципы построения и решения математических моделей биотехнологических процессов. Не умеет

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	формулировать простейшие математические модели биотехнологических процессов. ВЛАДЕТЬ навыками использования при организации проектных работ математического аппарата для оценки параметров технологического процесса	Неудовлетворител формулировать простейшие математические модели биотехнологических процессов. Не владеет навыками использования при организации проектных работ математического аппарата для оценки параметров технологического процесса Удовлетворительн Фрагментарно знает принципы построения и решения математических моделей биотехнологических процессов. С ошибками умеет формулировать простейшие математические модели биотехнологических процессов. Частично владеет навыками использования при организации проектных работ математического аппарата для оценки параметров технологического процесса Хорошо Знает принципы построения и решения математических моделей биотехнологических процессов. С небольшими погрешностями умеет формулировать простейшие математические модели биотехнологических процессов. Владеет навыками использования при организации проектных работ математического аппарата для оценки параметров технологического процесса, но допускает некоторые неточности Отлично В полной мере знает принципы построения и решения математических моделей биотехнологических процессов. Умеет формулировать простейшие математические модели биотехнологических процессов. Владеет навыками использования при организации проектных работ математического аппарата для оценки параметров технологического процесса.

ОПК.6

Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.6.2 Выполняет технологические операции и управляет биотехнологическими процессами	ЗНАТЬ основные методы оптимизации биотехнологических процессов для повышения их производительности и снижения затрат. УМЕТЬ разрабатывать и внедрять стратегии управления биотехнологическими процессами для оптимизации их эффективности и качества продукции. ВЛАДЕТЬ навыками анализа параметров и результатов биотехнологических процессов для выявления возможностей их улучшения.	Неудовлетворител Не знает основные методы оптимизации биотехнологических процессов для повышения их производительности и снижения затрат. Не умеет разрабатывать и внедрять стратегии управления биотехнологическими процессами для оптимизации их эффективности и качества продукции. Не владеет навыками анализа параметров и результатов биотехнологических процессов для выявления возможностей их улучшения. Удовлетворительн Фрагментарно знает основные методы оптимизации биотехнологических процессов для повышения их производительности и снижения затрат. С ошибками умеет разрабатывать и внедрять стратегии управления биотехнологическими процессами для оптимизации их эффективности и качества продукции. Частично владеет навыками анализа параметров и результатов биотехнологических процессов для выявления возможностей их улучшения. Хорошо Знает основные методы оптимизации биотехнологических процессов для повышения их производительности и снижения затрат. С небольшими погрешностями умеет разрабатывать и внедрять стратегии управления биотехнологическими процессами для оптимизации их эффективности и качества продукции. Владеет навыками анализа параметров и результатов биотехнологических процессов для выявления возможностей их улучшения. Отлично В полной мере знает основные методы оптимизации биотехнологических процессов

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично для повышения их производительности и снижения затрат. Умеет разрабатывать и внедрять стратегии управления биотехнологическими процессами для оптимизации их эффективности и качества продукции. Владеет навыками анализа параметров и результатов биотехнологических процессов для выявления возможностей их улучшения.
ОПК.6.3 Контролирует количественные и качественные показатели получаемой продукции	ЗНАТЬ основные принципы и методы контроля качества продукции. УМЕТЬ анализировать и интерпретировать результаты количественного и качественного анализа. ВЛАДЕТЬ навыками работы с программным обеспечением для обработки и анализа данных.	Неудовлетворител Не знает основные принципы и методы контроля качества продукции. Не умеет анализировать и интерпретировать результаты количественного и качественного анализа. Не владеет навыками работы с программным обеспечением для обработки и анализа данных. Удовлетворительн Фрагментарно знает основные принципы и методы контроля качества продукции. С ошибками умеет анализировать и интерпретировать результаты количественного и качественного анализа. Частично навыками работы с программным обеспечением для обработки и анализа данных. Хорошо Знает основные принципы и методы контроля качества продукции. С небольшими погрешностями умеет анализировать и интерпретировать результаты количественного и качественного анализа. Владеет навыками работы с программным обеспечением для обработки и анализа данных. Отлично В полной мере знает основные принципы и методы контроля качества продукции. Умеет анализировать и интерпретировать результаты количественного и качественного анализа. Владеет навыками работы с

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично программным обеспечением для обработки и анализа данных.

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.4.1 Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.4.2 Производит первичные расчеты и моделирует биотехнологические процессы и системы с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.6.2 Выполняет технологические операции и управляет биотехнологическими процессами ОПК.6.3 Контролирует количественные и качественные показатели получаемой продукции	Технологическое оборудование промышленного назначения Письменное контрольное мероприятие	Знание основных методов и подходов, используемых в промышленной биотехнологии

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности ОПК.4.1 Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.4.2 Производит первичные расчеты и моделирует биотехнологические процессы и системы с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.6.2 Выполняет технологические операции и управляет биотехнологическими процессами ОПК.6.3 Контролирует количественные и качественные показатели получаемой продукции	Продукты биотехнологии и блок-схемы их производств Письменное контрольное мероприятие	Знание технологического оборудования промышленного назначения, продуктов биотехнологии и блок-схемы их производств

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности ОПК.4.1 Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.4.2 Производит первичные расчеты и моделирует биотехнологические процессы и системы с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.6.2 Выполняет технологические операции и управляет биотехнологическими процессами ОПК.6.3 Контролирует количественные и качественные показатели получаемой продукции	Производство органических кислот, вторичных метаболитов Письменное контрольное мероприятие	Понимание процессов биотехнологического производства разнообразных продуктов

Спецификация мероприятий текущего контроля

Технологическое оборудование промышленного назначения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Правильных ответов 81% и более	30

Правильных ответов 61-80%	21
Правильных ответов 41-60%	13

Продукты биотехнологии и блок-схемы их производств

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Правильных ответов 81% и более	30
Правильных ответов 61-80%	21
Правильных ответов 41-60%	13

Производство органических кислот, вторичных метаболитов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Правильных ответов 81% и более	40
Правильных ответов 61-80%	28
Правильных ответов 41-60%	17

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
------------------------------------	--	---

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности ОПК.4.1 Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.4.2 Производит первичные расчеты и моделирует биотехнологические процессы и системы с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.6.2 Выполняет технологические операции и управляет биотехнологическими процессами ОПК.6.3 Контролирует количественные и качественные показатели получаемой продукции	Моделируемый объект – клеточная популяция Письменное контрольное мероприятие	Общие сведения о математических моделях и моделировании. Моделируемый объект - клеточная популяция.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности ОПК.4.1 Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.4.2 Производит первичные расчеты и моделирует биотехнологические процессы и системы с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.6.2 Выполняет технологические операции и управляет биотехнологическими процессами ОПК.6.3 Контролирует количественные и качественные показатели получаемой продукции	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов Письменное контрольное мероприятие	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.2 Ориентируясь на задачи профессиональной деятельности, обоснованно выбирает информационно-коммуникационные технологии и использует их в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности ОПК.4.1 Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.4.2 Производит первичные расчеты и моделирует биотехнологические процессы и системы с использованием методов моделирования и современных аналитических методов ОПК.6.2 Выполняет технологические операции и управляет биотехнологическими процессами ОПК.6.3 Контролирует количественные и качественные показатели получаемой продукции	Математическое моделирование простейших типовых биотехнологических процессов и систем Письменное контрольное мероприятие	Математическое моделирование простейших типовых биотехнологических процессов и систем

Спецификация мероприятий текущего контроля

Моделируемый объект – клеточная популяция

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Правильных ответов 81% и более	30
Правильных ответов 61-80%	

	21
Правильных ответов 41-60%	13

Математические и кинетические модели биотехнологических процессов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Правильных ответов 81% и более	30
Правильных ответов 61-80%	21
Правильных ответов 41-60%	13

Математическое моделирование простейших типовых биотехнологических процессов и систем

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Правильных ответов 81% и более	40
Правильных ответов 61-80%	28
Правильных ответов 41-60%	17