

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ Н.М. Кижнера

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка методического комплекта "Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ"

УДК 66.023.23-026.8:577.15/.19

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д41	Гранова Надежда Павловна		09.06.18

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чубик Марианна Валериановна	к.м.н., доцент		09.06.18

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Верховская М.В.	к.э.н.		20.06.18

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ахмеджанов Р.Р.	д.б.н., профессор		08.06.18

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лесина Ю.А.	к.х.н.		11.06.18

Томск – 2018 г.

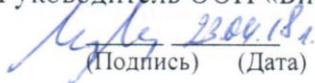
*Планируемые результаты обучения
по ООП 19.03.01 «Биотехнология» (бакалавр)
профиль «Биотехнология»*

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общекультурные компетенции</i>	
Р1	Способность самостоятельно совершенствовать и развивать свой интеллектуальный, общекультурный и профессиональный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности
Р2	Готовность к кооперации с коллегами для выполнения научно-исследовательских и научно-производственных работ, в том числе интернациональных; способность проявлять инициативу, личную ответственность; быть коммуникабельным.
Р3	Демонстрировать понимание вопросов устойчивого развития современной цивилизации, безопасности и здравоохранения, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияние инженерных решений на социальный контекст и социальную среду
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р4	Способность к овладению базовыми знаниями в области базовых естественных и технических наук, применение их в различных видах профессиональной деятельности
Р5	Понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, быть готовым к использованию в профессиональной деятельности информационных и коммуникативных технологий
Р6	Быть способным к планированию, проведению теоретических и экспериментальных исследований, обработке полученных результатов и представлению их в форме, адекватной задаче
Р7	Быть способным к организационно-управленческой и инновационной деятельности в биофармацевтической области, демонстрировать знания для решения проблем устойчивого развития

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт физики высоких технологий
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Кафедра биотехнологии и органической химии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Биотехнология»
 Лесина Ю.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4Д41	Грановой Надежде Павловной

Тема работы:

Разработка методического комплекта "Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ"

Утверждена приказом директора (дата, номер)

от 06.03.2018 №1529/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.2018г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т..)

Объектом исследования является разработка исследовательских характеристик в методиках лабораторных работ выполненных на биореакторе Biostat Aplus MO 1L.. Составить электронную версию методических указаний «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ».

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, конструирования, обсуждения результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p><i>Перечень разделов, разработанных в данной работе:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор 2. Объекты и методы исследования 3. Результаты исследования 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность <p>Заключение</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>38 таблицы, 7 рисунков</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p><i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i></p>	<p><i>Верховская Марина Витальевна, к.э.н.</i></p>
<p><i>Социальная ответственность</i></p>	<p><i>Ахмеджанов Рафик Равильевич, Профессор Отделение контроля и диагностики</i></p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры БИОХ	Чубик Марианна Валериановна	К.м.н., доцент		23.04.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д41	Гранова Надежда Павловна		25.04.18

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4Д41	Гранова Надежда Павловна

Институт	физики высоких технологий	Кафедра	биотехнологии и органической химии
Уровень образования	бакалавр	Направление	19.03.01 Биотехнология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

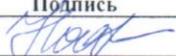
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	20.02.18.
--	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	кандидат экономических наук		20.02.18.

Задание принял к исполнению студент:

Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д41	Гранова Надежда Павловна		20.02.18

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4Д41	Гранова Надежда Павловна

Институт	ИФВТ	Кафедра	БИОХ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	19.03.01 Биотехнология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p><i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></p>	<p><i>Объектом исследования является разработка исследовательских характеристик в методиках лабораторных работ выполненных на биореакторе Biostat Aplus MO 1L.</i></p> <p><i>Лабораторный ферментер используется для проведения научно-исследовательских работ и разработке методического комплекта «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L».</i></p> <p><i>Biostat Aplus MO 1L является экологически безопасным и не оказывает пагубного воздействия на человека.</i></p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p><i>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p><i>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – термические опасности (источники, средства защиты); <p><i>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)</i></p>	<p><i>Вредные факторы производственной среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вредные веществ: этиловый спирт; - условно-патогенные микроорганизмы: -плесневый грибок <i>Aspergillus niger</i>; -грамположительные бактерии <i>Bacillus subtilis</i>; - недостаток естественного освещения, повышенная температура поверхностей оборудования; <p><i>Опасные проявления факторов производственной среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Повышенная температура поверхностей оборудования: электрическая рубашка и сосуда ферментера, автоклава; - оборудование, работающее под давлением: автоклав; -пожаробезопасность; <i>Источники возникновения пожара: короткое замыкание, контакт горючих веществ с огнем;</i> - электробезопасность. <p><i>Параметры ПДК для химических веществ устанавливаются по нормам ГН2.2.5.1313-03 [29].</i></p> <p style="text-align: right;"><i>Коллективные средства защиты</i></p>
--	--

	<p>не описаны в ПНД Ф 12.13.1-03 [21].</p> <p>Индивидуальные ср-ва защиты [21].</p> <ul style="list-style-type: none"> – Халат из хлопчатобумажной ткани – Резиновые перчатки – Защитные очки – Работу следует проводить в вытяжном шкафу
<p>2. Экологическая безопасность</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>Возможны следующие воздействия на окружающую природную среду в процессе выполнения работы и направления утилизации отходов:</p> <p>Защита селитебной зоны:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Расположение производственного завода на безопасном расстоянии от селитебной зоны <p>Анализ воздействия объекта на атмосферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Контаминация воздушной среды микроорганизмами. Необходимо работать в ламинарном шкафу при включенной вентиляции и бактерицидной лампе, утилизация отработанного материала непосредственно после опыта – Имеются малые выбросы в атмосферу. Предпринимаются действия Предложенные в СанПиН 2.1.7.1322-03 [24].

	<p>химических лабораториях[1].</p> <p><i>Действия по ликвидации последствий возникшей ЧС:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Оповещение надлежащих органов о возникновении ЧС - Эвакуация рабочих и лиц, близко находящихся к месту возникновения ЧС
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p><i>По "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018) в данном виде работ запрещается использование труда несовершеннолетних, женщин.</i></p> <p><i>Работникам выдаются необходимые вещи по техническому регламенту [18].</i></p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ахмеджанов Рафик Равильевич	Профессор, д.б.н		17.03.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д41	Гранова Надежда Павловна		17.03.18

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 126 с., 7 рис., 38 табл., 49 источника.

Ключевые слова: ферментация, ферментер, биореактор, методический комплект, лабораторные работы, калибровка датчиков, продуцент, лимонная кислота, этиловый спирт, α - амилаза.

Объектом исследования является разработка исследовательских характеристик в методиках лабораторных работ выполненных на ферментере Biostat Aplus MO 1L.

Цель работы – Разработка методического комплекта "Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ".

В процессе работы установлены оптимальные параметры для проведения лабораторных работ с использованием биореактора Biostat Aplus MO 1L. Составлены методические указания по выполнению лабораторных работ.

Область применения: биотехнология.

Составленный нами методический комплект более конкурентоспособен по сравнению с другими комплектами по биотехнологии получения БАВ. Он более удобен в эксплуатации. Наш методический комплект имеет удобный и простой интерфейс. Освоить данный комплект можно будет с любого устройства, имеющего доступ в интернет. Данный комплект позволит освоить несколько курсов дисциплин, включенных в направление подготовки биотехнология. Благодаря данному комплекту можно проводить новые исследования в области микробиологии.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	14
1. Обзор литературы	16
1.1. Типы ферментационных процессов	16
2. Классификации ферментационного процесса	17
1.2.1. Анаэробный процесс	18
1.2.2. Аэробный процесс	19
1.2.3. Периодическая ферментация	20
1.2.4. Проточная ферментация	20
1.2.5. Отъемно – доливной процесс	20
1.2.6. Непрерывный процесс	21
1.3. Стадии ферментации	21
1.3.1. Подготовительная стадия	21
1.3.2. Ферментация	22
1.3.3. Выделение продукта	23
1.3.3.1. Физико-механический метод	23
1.3.3.2. Химический метод	24
1.3.3.3. Энзиматический метод	25
1.3.3.4 Биологический метод	25
1.4. Особенности ферментационного оборудования	25
1.4.1 Конструкции ферментационного оборудования	27
1.4.2. Типы аппаратов для аэробной культивации	29
2. Объект исследования	33
2.1. Применение лабораторного ферментера Biostat Aplus MO 1L	33
2.2 Устройство ферментера Biostat Aplus MO 1L	34
2.3. Программное обеспечение	36
3. Исследовательская часть	38
3.1. Получение лимонной кислоты	38
3.2. Получение этилового спирта из пекарских дрожжей	39

3.3. Исследование продолжительности ферментации <i>Bacillus subtilis</i> на активность фермента α -амилазы	40
3.4. Разработка методического комплекта «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ»	41
3.4.1. Характеристика структуры и содержания практикума	42
4. Результаты	43
4.1. Инструкции для работ на ферментационном оборудовании Biostat Aplus MO 1L	43
4.1.1. Инструкция работы на ферментере Biostat Aplus MO 1L	43
4.1.2. Инструкция использования программного обеспечения «Touch- Panel» для работ на ферментере Biostat Aplus MO 1L	45
4.1.3. Инструкция калибровка рН-метра	46
4.1.4. Инструкция калибровки датчика содержания кислорода	47
4.2. Лабораторные методики	48
5. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение	49
5.1. Потенциальные потребители результатов исследования	49
5.2. Анализ конкурентных технических решений	50
5.3. Технология QuaD	52
5.4. SWOT-анализ	54
5.5. Структура работ в рамках научного исследования	56
5.6. Определение трудоемкости выполнения работ	58
5.7. Разработка графика проведения научного исследования	59
5.8. Бюджет научно-технического исследования	64
5.8.1. Расчет материальных затрат	64
5.8.2. Основная заработная плата	67
5.8.3. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	69
5.8.4. Отчисления во внебюджетные фонды	70
5.8.5. Накладные расходы	70
5.8.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	71

5.8.7. Оценка сравнительной эффективности исследования	71
6. Социальная ответственность	77
6.1. Производственная безопасность	78
6.1.1. Анализ вредных факторов, которые может создать объект исследования, обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)	78
6.1.2. Неблагоприятные условия микроклимата	83
6.2. Анализ опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований, и меры безопасности	84
6.2.1. Электробезопасность	86
6.2.2. Механическая опасность	86
6.3. Экологическая безопасность	87
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
6.4.1. Пожарная и взрывная безопасность	88
6.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	91
6.5.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	91
6.5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	93
Выводы	97
Список литературы	98
Приложение А	102
Приложение Б	105
Приложение В	109

Список сокращений

- A. niger* – *Aspergillus niger*;
- Sacch. cerevisiae* – *Saccharomyces cerevisiae*;
- БАВ – биологически активные вещества;
- ГОСТ – государственный стандарт;
- ГН – государственный норматив;
- КФ – классификация ферментов;
- ЛВЖ – легко воспламеняющиеся жидкости;
- ООП – основная образовательная программа;
- ПДС – познавательная деятельность студентов;
- ПК – профессиональная компетенция;
- РП – рабочая программа;
- ПДК – предельно-допустимая концентрация;
- СанПиН – санитарные правила и нормы;
- СНиП – строительные нормы и правила;
- СО - социальная ответственность;
- ССБТ – система стандартов безопасности труда;
- ТВЭЛ – тепловыделяющий элемент;
- УМКД – учебно-методический комплекс дисциплины;
- ЧС - чрезвычайная ситуация;
- ЭУП – электронное учебное пособие;
- ЭОР – электронные образовательные ресурсы;
- ЭЧ – экономическая часть;
- ФГ – газовая фаза;
- ФЖ – жидкая фаза;
- ФЖГ – жидко-газовая фаза.

Введение

Ферментация - это биохимический процесс взаимодействия продуцента с субстратом, результатом которого является получение целевого продукта. Данный процесс осуществляется в специализированном биореакторе (ферментере) и может быть проведен разными способами, зависящими от условий жизнедеятельности продуцента и требований к качеству конечного продукта [1].

В лаборатории и на производстве стадия ферментации может быть осуществлена с целью получения белковой массы, ферментов, липидов, антибиотиков и других химических соединений.

В ТПУ проводится подготовка бакалавров и магистров по направлению «Биотехнология». Важной составляющей подготовки выпускников является умение применять знания о биотехнологических процессах в своей научной и профессиональной деятельности. В курсах дисциплин основных образовательных программ (ООП) «Основы биотехнологии» и «Использование методов биотехнологии в производстве БАВ» предусмотрено изучение процессов биосинтеза, ферментации, выполнение лабораторных работ.

Для точного и полного понимания биотехнологических процессов необходимо проведение учебно-методических работ, а также обеспечение информационно-методическими материалами. В связи с этим возникла необходимость разработки лабораторного комплекса, включающего в себя теоретические аспекты процесса ферментации, его применение в биотехнологии и лабораторные работы, адаптированные для ферментера Biostat Aplus с описанием его устройства и принципом работы.

Общая характеристика работы

Цель работы - разработка методического комплекта лабораторных работ на ферментере Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ (БАВ).

Для подготовки методического комплекта на ферментере Biostat Aplus MO 1L необходимо выполнить следующие задачи:

1. Ознакомиться с устройством и принципом работы ферментера Biostat Aplus MO 1L;
2. Составить технику безопасности и правил работы на Biostat Aplus MO 1L;
3. Подобрать и апробировать методики лабораторных работ получения БАВ ферментационным методом на ферментера Biostat Aplus MO 1L;
4. Создать электронную версию практикума в формате html;
5. Провести оценку экономической эффективности и экологической безопасности проекта.

Создание методического обеспечения комплекса лабораторных работ с подготовленной системой базового материала по типам ферментаций, оборудованию и этапам ферментационного процесса является целесообразным и актуальным. Наличие блоков ориентировки по разделам, словарь с условными обозначениями, контрольные вопросы после каждой лабораторной работы, оформление в виде электронно-образовательного ресурса (ЭОР) позволяет в удобной и наглядной форме изучить теорию о ферментационном процессе.

Апробация работы. Представленные в практикуме методики лабораторных работ были апробированы на кафедре НОЦ Н.М. Кижнера и подготовлены для выполнения экспериментов в рамках лабораторных работ студентов направления «Биотехнология».

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Ферментация является основной стадией биотехнологического процесса, в ней происходит взаимодействие продуцента с субстратом и образование целевых продуктов. Эта стадия осуществляется в биохимическом реакторе (ферментаторе) и может быть организована различными способами в зависимости от особенностей используемого продуцента и требований к типу и качеству конечного продукта [2].

Термин ферментация ранее имел значение процесса брожения. В настоящее время под ферментацией подразумевается процесс выращивания микроорганизмов для различных целей.

1.1. Типы ферментационных процессов

Различный характер зависимости образования продукта от энергетического метаболизма позволяет разделить ферментационные процессы на три главных типа [2].

1 тип. Продукт возникает в результате первичного метаболизма, направленного на получение энергии. Рост, катаболизм углеводов и образование продукта происходят почти параллельно. К такой категории ферментации относятся производство белка одноклеточных (SCP), этанола, глюконовой кислоты. Схематично реакция выглядит как $S \rightarrow \text{продукт}$ или $S \rightarrow V \rightarrow C \rightarrow \text{продукт}$.

2 тип. Продукт образуется из субстрата, используемого в первичном метаболизме, но во второй фазе, которая отделена от 1-й во времени. Данный тип ферментации характеризуется двумя максимумами развития продуцента. На первой стадии наблюдается рост микроорганизмов, после чего рост замедляется и происходит образование продукта, которое сопровождается интенсивным потреблением субстрата. Таким способом образуется лимонная, итаконовая кислоты, некоторые аминокислоты, α – амилаза.

3 тип. Первичный метаболизм полностью отделен от образования продукта. Продукт образуется по амфиболическому пути. Первичный метаболизм сопровождается потреблением субстрата и ростом, а целевой

продукт образуется позднее в реакциях промежуточного метаболизма. По 3 типу образуются антибиотики, витамины, растворители [3].

Не всегда удастся строго подразделить все ферментативные реакции среди трех типов, возможны промежуточные варианты.

1.2. Классификации ферментационного процесса

В зависимости от физиологических особенностей микроорганизмы разделяют на: аэробы (для жизнедеятельности нужен кислород) и на анаэробы (для жизнедеятельности не нужен кислород). Аэробная и анаэробная ферментация может протекать поверхностно или глубинно (во всей толще питательной среды). Культивирование биологических объектов может осуществляться в периодическом и непрерывном режиме. В промышленности и лабораторной практике наиболее распространен процесс аэробной глубинной культивации. Данный метод протекает в многофазной системе газ (CO₂, O₂, N₂, воздух) – жидкость (вода, сыворотка и т.д.) – твердое тело (клетки, твёрдые фазы в жидкости).

Дифференцировать микробиологические процессы культивирования можно по следующим категориям:

- Аэробный и анаэробный;
- Поверхностный и глубинный;
- Периодический, непрерывный, объемно-доливной, периодический с подпиткой, проточный и многоциклический [3].

Большая часть ферментативных реакций требует проведения асептических условий. Оборудование и окружающее пространство подвергается стерилизации для обеззараживания и очистки поверхности от микробов и прочих микроорганизмов, которые в процессе своей жизнедеятельности могут привести к брожению и порче продукта. Также существуют ферментативные реакции, которые не требуют соблюдения правил стерильности (так называемая «незащищенная» ферментация).

Организация и оптимизация процессов культивирования осуществляется в специализированном оборудовании - ферментаторе (ферментере, биореакторе).

1.2.1. Анаэробный процесс

Анаэробная ферментация — это расщепление органических веществ в анаэробной среде, то есть без участия кислорода или воздуха. В зависимости от того, что является акцептором в дыхании, их делят на три группы: дыхание (акцептор — кислород); брожение (акцептор — органическое вещество) и анаэробное дыхание (акцептор — неорганическое вещество: нитраты, сульфаты и др.). У облигатных анаэробов брожение является единственно возможным способом получения энергии; у факультативных анаэробов оно составляет обязательную первую стадию катаболизма глюкозы, за которой может следовать аэробное окисление образовавшихся продуктов, если в среде присутствует кислород [12].

Аппараты для анаэробных процессов используют в процессах конверсии растительного сырья, в том числе растительных отходов, а также различных других отходов. При культивировании анаэробных микроорганизмов должен быть сведен до минимума контакт микроорганизмов с молекулярным кислородом. Для создания анаэробных условий используют различные приемы: физические, химические и биологические. Они основаны на том, что микроорганизмы культивируют в замкнутом пространстве. Например, к физическим методам создания анаэробных условий относится культивирование в микроанаэроостате – вакуумном аппарате для выращивания микроорганизмов, в котором воздух замещен газовой смесью. Наиболее часто используемая смесь имеет следующий состав: азот с 5% CO₂ и 10% H₂. Все аппараты имеют различную конструкцию (от простой выгребной ямы до сложных металлических дайджестеров или железобетонных сооружений) и объемы (от нескольких до сотен кубометров). Аппараты оборудованы системой подачи сырья, системой теплообменных труб для стабилизации температуры, несложным перемешивающим устройством для гомогенного

распределения сырья и биомассы продуцента, газовым колпаком и устройством переменного объема (газгольдером) для сбора образуемого биогаза [5].

1.2.2. Аэробный процесс

Наиболее сложным является осуществление процесса аэробной глубинной стерильной непрерывной (или с подпиткой субстрата) ферментации.

Аэробную поверхностную ферментацию широко применяют для производства органических кислот (жидкофазные) и ферментов (твердофазные). Поверхностная жидкофазная ферментация протекает в так называемых бродильных вентилируемых камерах, в которых на стеллажах размещены плоские металлические кюветы. При твердофазной ферментации процесс также протекает в вентилируемых камерах, но вместо кювет на стеллажах размещают лотки, в которые насыпают сыпучую твердую среду слоем 10–15 мм. Для лучшей аэрации среды подаваемый в камеру воздух проходит через перфорированное днище лотков [2].

Главной задачей при конструировании аппаратов для аэробной ферментации является условие обеспечения каждой клетки массо – и энергообмена со средой. В массообмен включен транспорт (перенос): кислорода, микро – и макроэлементов для клетки, продуктов жизнедеятельности. Главным показателем массообменных характеристик ферментатора служит коэффициент массопередачи кислорода, так как кислород является основным лимитирующим фактором аэробных ферментационных процессов. Расход кислорода на образование 1 кг биомассы, в зависимости от типа углеродосодержащего сырья и степени его восстановленности, может составлять от 0,75 до 5,00 кг. Клетки способны использовать кислород только в растворенном виде, для аэробов необходимо на протяжении всего процесса поддерживать концентрацию в культуре на одном уровне, оптимальном для конкретного продуцента. При этом скорость поступления кислорода к клеткам должна превышать скорость его включения

в клетку. В околклеточном пространстве не должно возникать так называемых «концентрационных ям». Кроме этого, концентрации клеток и растворенного субстрата должны быть равномерными по всему объему ферментатора, поэтому перемешивание является так же одним из основных факторов, обеспечивающих требуемую гидродинамическую обстановку в аппарате. При интенсивном перемешивании пузырьки воздуха дробятся в аппарате и диспергируются, увеличивая площадь контакта фаз «среда – клетка». Однако очень сильное перемешивание может вызвать механическое повреждение биологических объектов.

1.2.3. Периодическая ферментация

Под периодической ферментацией подразумевают, процесс культивирования микроорганизмов в течение ограниченного интервала времени. Вывод продукта ферментации производят на завершающей стадии процесса. При выращивании микроорганизмов в периодической культуре: увеличивается плотность популяций, уменьшается концентрация субстратов и ростовых факторов [8]. Примером традиционной периодической ферментации можно считать производство ликеров, пива и вина, данная ферментация может осуществляться как в открытых, так и закрытых ферментерах. Каждая новая ферментация требует внесения новых чистых продуцентов.

1.2.4. Проточная ферментация

Практически все промышленные проточные ферментационные процессы представляют собой модификацию процесса Мель-Бойнота [2]. Ферментеры устанавливаются в виде каскада. На первой стадии среда аэрируется, а на последней происходит полная деградация субстрата. Продуцент выделяют, сепарируют, подкисляют, промывают и возвращают в первый ферментер.

1.2.5. Отъемно – доливной процесс

В отъемно – доливных процессах ферментация между разгрузкой и загрузкой аппарата протекает как периодическая, но после некоторого времени, определяемого по состоянию процесса, часть ферментационной

среды выгружают и добавляют свежую. В сравнении с многоциклическим процессом количество отбираемой жидкости здесь меньше, но и интервалы между отборами меньше, а количество отборов больше. При таких частых отборах и добавлениях среды процесс протекает иначе, чем в строго периодическом процессе. Отъемно – доливной процесс имеет лучшие характеристики и обеспечивает экономию в затратах на посевной материал.

1.2.6. Непрерывный процесс

В непрерывной ферментации процесс проходит в оптимальных условиях культивирования биообъекта с постоянной подачей и вытеканием питательной среды [8]. Данный процесс ферментации находится на протяжении всего времени в стационарной фазе (Рис. 1.). В непрерывной ферментации можно получить большие объемы конечного продукта. Применение непрерывных процессов ферментации создает условия для эффективного регулирования и управления процессами биосинтеза. Системы непрерывной ферментации могут быть организованы по принципу полного вытеснения или полного смешения.

1.3. Стадии ферментации

Процесс ферментации представляет собой многостадийный процесс, состоящий из следующих этапов:

1. Подготовительная;
2. Ферментация;
3. Выделение.

1.3.1. Подготовительная стадия

На данной стадии происходит подготовка сырья, питательной среды, культуры и дальнейший засев её в ферментер [11]. При подготовке посевного материала используется принцип масштабирования. На данной стадии проводят подготовку оборудования: калибровка всех датчиков, настройка оборудования и стерилизация при необходимости. Результат ферментационной стадии чаще всего зависит от того на сколько качественно была проведена подготовительная стадия.

1.3.2. Ферментация

Данный процесс характеризуется взаимодействием продуцента с субстратом, в процессе которого образуется целевой продукт биосинтеза. Во время ферментации культура проходит ряд последовательных стадий: лаг-фазу, экспоненциальную, замедления роста, стационарную и отмирания (рис. 1). Микроорганизмы во время жизнедеятельности претерпевают существенные изменения физиологического состояния, совместно изменяя параметры среды. Целевые продукты образуются в экспоненциальной фазе (первичные метаболиты – ферменты, аминокислоты, витамины, т. е. вещества, которые требуются для роста культуры клеток) и стационарной фазе (вторичные метаболиты – антибиотики, алкалоиды, гормоны, токсины – низкомолекулярные вещества, не требующиеся для роста культуры, но необходимые для функционирования зрелой популяции, часто выполняющие защитную функцию). Поэтому в зависимости от целей биотехнологического процесса в современных промышленных процессах применяют принцип дифференцированных режимов культивирования. В результате этого создаются условия для максимального производства того или иного целевого продукта [1].

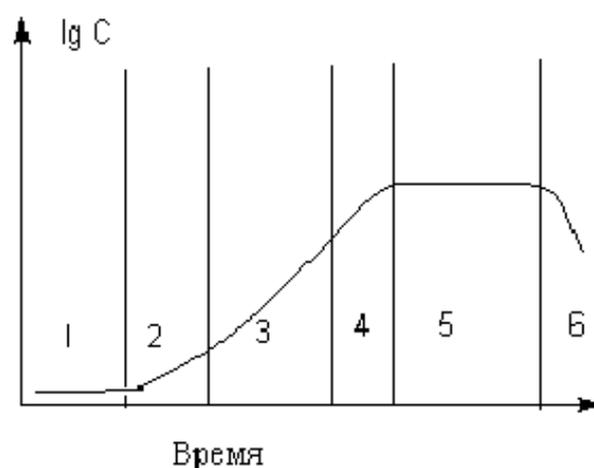


Рис.1. Кривая роста микроорганизмов в ходе периодической ферментации:

1 – лаг-фаза; 2 – фаза экспоненциального роста; 3- фаза линейного роста; 4- фаза замедления роста; 5- стационарная фаза; 6- фаза отмирания [1].

1.3.3. Выделение продукта

Выделение продукта является наиболее сложной стадией ферментационного цикла. Среда культивации представляет собой гетерогенную смесь с клетками и их продуктами жизнедеятельности, а также элементами питательной среды. После завершения процесса ферментации продукт биосинтеза необходимо вывести из культуральной среды. Продуктами биосинтеза может являться как сама клеточная масса, так и продукт синтеза находящийся в клетках, либо в среде культивирования. В зависимости от целевого продукта ферментации, используют разные методы отчистки от балластных частиц и веществ. В случае если клетка не является целевым продуктом, ее дезактивируют и удаляют.

Для выделения продукта ферментации используют следующие методы:

- физико-механические;
- химические;
- энзиматические;
- биологические.

После дезинтеграции клеток необходимо отделить продукт от «обломков» балластных частиц, для этого применяют сепарацию, центрифугирование или фильтрацию. Обычно в большинстве биотехнологических процессов «обломки» клеток выбрасывают как отходы, но также они могут быть в качестве целевого продукта.

1.3.3.1. Физико-механический метод

Физическая (механическая и немеханическая) дезинтеграция – это процесс, при котором клеточная масса претерпевает разрушения от механического или температурного воздействия. Данный процесс происходит при высоких скоростях с перемешиванием и истиранием материала. Дезинтеграция, проводимая физическими и механическими методами, является сверхтонким помолом твердых тел [10]. Клеточные оболочки обладают высоким пределом прочности, сопоставимым с пределом прочности некоторых сортов сталей. В случае крайне прочных субмикроскопических

структур необходимо применять усиленное механическое воздействие, либо другие методы дезинтеграции.

К сожалению, физико-механический прием дезинтеграции не всегда можно применять, так как помимо разрушения клеток происходит нагрев среды. Такой факт может повлиять на качество целевого продукта, поэтому данный способ дезинтеграции не обладает выраженной специфичностью.

Физическую дезинтеграцию можно проводить в непрерывном режиме с автоматизацией процесса:

- 1) ультразвуковую;
- 2) лопаточный или вибрационный – метод, обычно используемый в пилотных и промышленных установках;
- 3) встряхивание со стеклянными бусами;
- 4) продавливание через узкие отверстия под высоким давлением;
- 5) раздавливание замороженной массы;
- 6) растирание в специальных ступках;
- 7) с помощью осмотического шока;
- 8) многократное замораживание и оттаивание;
- 9) сжатие клеточной взвеси с последующим резким снижением давления (декомпрессией) [10].

Физические способы дезинтеграции являются наиболее экономичными по сравнению с другими методами выделения продукта. Либо данный способ можно использовать как первоначальную стадию выделения целевого продукта.

1.3.3.2. Химический метод

Химические способы дезинтеграции основаны на деструкции упорядоченных структур клеточной стенки микроорганизма. К химическому способу выделения относят обработку клеточной массы сильнодействующими реактивами. Для обработки используют: щелочи, кислоты, мочевины, глицерин, аммиак, перекись, толуол, бутанол; некоторые ПАВ; антибиотики (новобиоцин, нистатин, полимиксин) [11]. Химический способ применяют для

выделения суммарных белков пищевого назначения. Данный способ мало распространен в химической и фармацевтической промышленности из-за вредности применяемых реагентов для выделения продукта. В основном химический метод выделения используют в качестве подготовительного этапа. Данный способ помогает при определенных условиях образовать агломераты белковых молекул, которые являются балластными веществами.

1.3.3.3. Энзиматический метод

Для энзиматической дезинтеграции микроорганизмов используют широкий набор ферментов и ферментных комплексов бактериологического, миколитического и дрожжелитического действия [12]. Особенно перспективным является применение иммобилизованных литических ферментов. В качестве примера можно привести расщепление клеточной стенки при помощи литических ферментов. Расщепление клеток под действием внутриклеточных гидролитических ферментов проводится в кислой среде при температуре 30-35°C в течение нескольких часов или суток с добавлением различных бактерицидных веществ. В результате получают смесь продуктов гидролиза - аминокислоты, пептиды, полипептиды.

1.3.3.4. Биологический метод

Такой способ считается наиболее мягким методом разрушения клеточной оболочки и выделения внутриклеточных метаболитов. Для проведения данного метода используют фаги.

1.4. Особенности ферментационного оборудования

Специфика биотехнологических процессов состоит в том, что в них принимают участие живые клетки, субклеточные структуры или выделенные из клеток ферменты и их комплексы. Это оказывает существенное влияние на процессы массопередачи – обмена веществом между различными фазами (например, перенос кислорода из газовой фазы в жидкую) и теплообмена (перераспределения тепловой энергии между взаимодействующими фазами). Поэтому важной составной частью биореактора является система перемешивания, служащая для обеспечения однородности условий в аппарате,

эффективной массопередачи между водной фазой в биореакторе и пузырьками газа или частицами твердого субстрата, между культуральной жидкостью и культивируемыми клетками, а также в пределах жидкости между ее различными слоями.

Обеспечение процесса ферментации с точки зрения инженерной реализации сводится к:

- дозированному поступлению в ферментатор потоков (инокулята, воздуха или газовых смесей, питательных биогенных элементов, пеногасителей) и отвода из него тепла, отработанного воздуха, культуральной жидкости.

- измерению и стабилизации основных параметров процесса на уровне, требуемом для оптимального развития продуцента и образования целевого продукта.

В ходе ферментации образуются сложные смеси, содержащие клетки, внеклеточные метаболиты, остаточные концентрации исходного субстрата. При этом целевые продукты, как правило, находятся в этой смеси в небольших концентрациях, а многие из них легко разрушаются. Все это накладывает ограничения на методы выделения и сушки биологических препаратов.

Для более качественного протекания процесса ферментации необходимо поддерживать условия жизнедеятельности микроорганизмов в оптимальном состоянии. Осуществлять контроль: температуры, уровня содержания кислорода и пены, рН среды.

Многочисленность методов культивирования, чрезвычайное многообразие используемых биологических агентов привели к огромному разнообразию конструктивных решений, которые зависят от ряда факторов: типа продуцента и среды, технологии и масштабов производства, целевого продукта [5].

Для проведения работ на ферментере необходимо, чтобы оборудование соответствовало эксплуатационным качествам (параметры, характеристики).

Существуют условия, выполнение которых обеспечивает успешную ферментацию на границе с внешней средой у ферментера: 1) отсутствие выхода для клеток из реактора и недопущение инфицирования внешней среды; 2) недопущение проникновения посторонних микробов в биореактор.

Ферментационный аппарат должен обладать следующими возможностями:

1. введение субстрата и кислорода;
2. подвод к каждой клетке в достаточном количестве всех питательных веществ;
3. выделение продуктов (CO_2 и прочих);
4. осуществление дисперсии газов и жидкостей (в случае нерастворимых жидких субстратов);
5. суспендирование твердых частиц (твердых субстратов и самих микроорганизмов);
6. регулирование тепла (отведение и подведение);
7. поддержание высокого уровня автоматизации процесса культивирования, техники безопасности и условий труда операторов.

1.4.1. Конструкции ферментационного оборудования

Существуют три главных типа конструкций биореакторов: сосуды без внутренней части, сосуды с перемешиванием и барботажные колонны. Так же имеются колончатые реакторы с твердой укладкой, реакторы с взвешенным слоем, петлевые реакторы (с замкнутым контуром), круговые кюветы (разновидность горизонтального петлевого реактора) и вращающиеся диски. В зависимости от условий культивирования микроорганизмов подбирают тип конструкции ферментера, его размеры (от нескольких литров до нескольких тысяч кубометров) и условия работы на нем.

Ферментер в большинстве конструкций представляет собой цилиндрический сосуд, зафиксированный на станине. Он состоит из: терморегулирующей и аэрирующей систем, контрольно-измерительных

приборов, устройств пеногашения и перемешивания (мешалки, барботёр, стакан).

Лабораторный ферментер от промышленного отличается своими конструктивными размерами. Сам сосуд для культивации может быть выполнен из стекла для большей наглядности процессов, проходящих в биореакторе. Все параметры и условия, отслеживаемые в лабораторных условиях ферментации, аналогичны промышленным.

Существует много вариантов классификаций конструкций ферментационного оборудования для аэробных процессов. Нами рассмотрена классификация ферментеров по способу подачи энергии для перемешивания. Эта классификация наиболее полно описывает типы ферментационного оборудования по подводу энергии к системе.

Таблица 1. Классификация ферментаторов по способу ввода энергии для перемешивания

Ферментаторы	Характеристика конструкции аппарата	Тип аппарата
1	2	3
ФГ с подводом энергии газовой фазой	Простота конструктивного оформления и высокая надежность в связи с отсутствием движущихся узлов и деталей	Барботажный, барботажно-эрлифтный, колоночный (колонный), форсуночный
ФЖ с подводом энергии жидкой фазой	Обычно энергия передается жидкой фазе самовсасывающейся мешалкой или насосом	Эжекционный, с циркуляционным контуром, с всасывающей мешалкой
ФЖГ (комбинированные)	Основным конструктивным элементом является перемешивающее устройство, обеспечивающее высокую интенсивность растворения кислорода и высокую степень диспергирования газа. В то же время энергия газовой фазой выводится обычным способом	Барботажный с механическим перемешиванием

1.4.2. Типы аппаратов для аэробной культивации

Ферментаторы с подводом энергии к газовой фазе (Рис. 2). Общим признаком данной конструкции является подвод энергии в аппарат через газовую фазу, являющейся теплоносителем. Ферментаторы представлены простой конструкцией, в которой отсутствуют трущиеся и движущиеся узлы. Данные аппараты обладают высокой эксплуатационной надежностью. Такие аппараты обладают низкими показателями массообменного процесса (коэффициент массопередачи кислорода менее $4 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$). Биореакторы представляют собой вертикальную емкость, снабженную газораспределительным устройством одного из известных типов.

Барботажный – газораспределительное устройство данного типа обычно устанавливается в нижней части аппарата. Подаваемый сверху через распределительную трубу воздух, пройдя через барботер, насыщает кислородом толщу среды. Коэффициент массопереноса кислорода невысок, $1\text{--}2 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$.

Барботажно-колонный – относится к тарельчатым колоннам со сливным устройством. В колоннах переход жидкости из тарелки на тарелку происходит при помощи специальных устройств — сливных трубок, карманов и т.п. [6]. Нижние концы трубок погружены в стакан на нижерасположенных тарелках и образуют гидравлические затворы, исключающие возможность прохождения газа через сливное устройство.

Барботажно-эрлифтный аппарат характеризуется наличием внутри одного или нескольких диффузоров («стаканов»). Аэрация происходит через кольцевой барботёр, установленный в нижней части аппарата в кольцевом пространстве. Также интенсификация процесса перемешивания может быть улучшена с помощью добавления перегородок для принудительного разделения восходящих и нисходящих потоков циркулирующей жидкости. Эти элементы расположены равномерно по сечению аппарата или концентрично.

Газлифтный колонный ферментатор состоит из двух колонн разного диаметра, соединенных между собой: одна представляет собой барботажную колонну с восходящим потоком воздуха, другая – циркуляционную с нисходящим потоком. Воздух вводится в нижнюю зону аппарата, в барботажную колонну. Камера, соединяющая колонны в верхней части аппарата, образует большую поверхность контакта фаз.

Трубчатый аппарат сконструирован по типу теплообменных труб. Взаимодействие газа в трубе при высоких скоростях продувки более интенсивное, чем в большом объеме, поэтому массообмен интенсивнее.

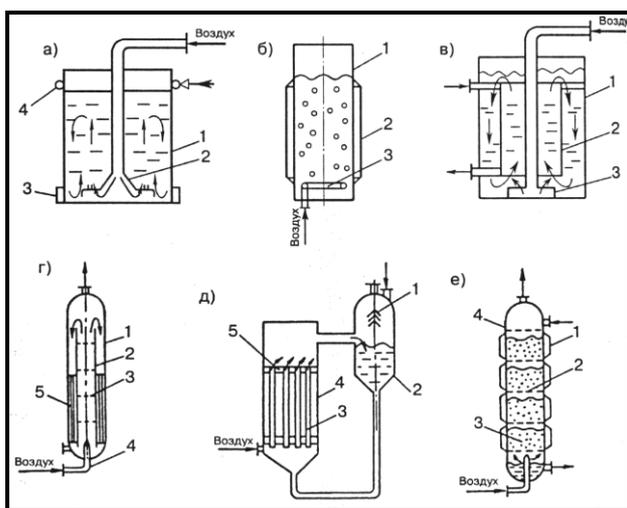
В Аппарате с плавающей насадкой происходит интенсификация массообменного процесса за счет увеличения поверхности контакта фаз и турбулизации жидкости при работе с большими скоростями подачи газовой и жидкой фаз. Аппарат разделен на секции, между которыми располагаются решетки, оборудованные лопастными насадками. В центре аппарата находится труба, через которую вводится воздух, а жидкая фаза поступает противотоком сверху. Газ, поступая в лопастную насадку, сделанную обычно из полиэтилена, вращает ее; это существенно увеличивает поверхность контакта газовой и жидкой фаз [6].

Ферментаторы с вводом энергии жидкой фазой (Рис. 3) наиболее сложны по конструкции и энергоемки, но обеспечивают более высокие по сравнению с группой ферментаторов ФГ значения коэффициента массопередачи кислорода, свыше $6 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$. В данных аппаратах ввод энергии осуществляется жидкой фазой, обычно самовсасывающими мешалками или насосами. В последнем варианте жидкость вводится в аппарат через специальное устройство (сопло, эжектор, диспергатор).

Ферментаторы с самовсасывающими мешалками не требуют специальных воздуходувных машин, так как поступление в них воздуха происходит в результате разрежения в воздушной камере мешалки, соединенной с воздухопроводом и с жидкостью, отбрасываемой лопатками мешалки.

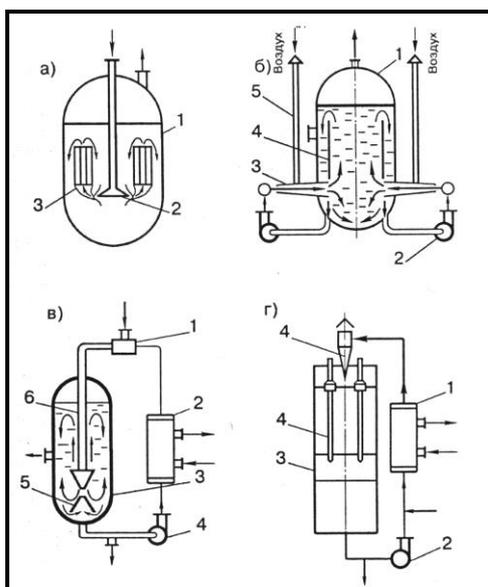
В эжекционных ферментаторах возможна рециркуляция газовой фазы, что экономит субстрат, однако требуется наличие специальных насосов для перекачки газосодержащей культуральной среды. Применение эжекционного ввода газовых субстратов в ферментатор может интенсифицировать массообмен на порядок.

Струйные ферментаторы (с затопленной или падающей струей) оборудуются мощными насосами, которые забирают культуральную жидкость из нижней части аппарата и через напорный трубопровод подводят поток к аэрирующему устройству (по типу шахтного перепада или напорно-струйные). Струя жидкости под давлением свободно падает сверху и пронизывает аэрируемую жидкость до дна аппарата. Происходит интенсивная турбулизация и перемешивание жидкости. Внизу жидкость вновь засасывается насосом и снова подается в верх аппарата, т. е. возникает замкнутый контур циркуляции. Недостатком данных аппаратов являются потери энергии при перекачке жидкости, трудности проектирования в связи с отсутствием надежных методик расчета конструкций и режимов работы струйных и эжекционных устройств.



- а – барботажный:** 1-корпус, 2-воздухораспределитель, 3-карман, 4-коллектор;
- б – барботажно-колонный:** 1-корпус, 2-рубашка, 3-воздухораспределитель;
- в – барботажно-эрлифт-ный:** 1-корпус, 2-диффузор-теплообменник, 3-воздухораспределитель;
- г – газлифтный:** 1-корпус, 2-диффузор, 3-диспергатор, 4-воздухораспределитель, 5-теплообменник;
- д – трубчатый:** 1-пеногаситель, 2-емкость, 3-трубы, 4-корпус, 5-распределительная перегородка;
- е – с плавающей насадкой:**

Рис. 2. Ферментаторы с подводом энергии газовой фазой (группа ФГ) [7].



а – с самовсасывающей мешалкой: 1-корпус, 2-мешалка, 3-циркуляционный контур-обменник;

б – эжекционный: 1-корпус, 2-насос, 3-эжектор, 4-диффузор-теплообменник, 5-воздухозаборник;

в– струйный с затопленной струей: 1-эжектор, 2-теплообменник, 3-корпус, 4-насос, 5-рассекатель, 6-труба с насадкой;

г – струйный с падающей струей: 1-теплообменник, 2-насос, 3-корпус, 4-эжектор

Рис. 3. Ферментаторы с вводом энергии жидкой фазой (группа ФЖ) [7].

Третья группа аппаратов – с подводом энергии газовой и жидкой фазы (группа ФЖГ). Основными их конструктивными элементами являются перемешивающие устройства всех известных типов, а также наличие в совокупности насосов и перемешивающих устройств. Это могут быть аппараты с группой самовсасывающих мешалок и насосом для перекачивания культуральной жидкости и другие сочетания перемешивающих и аэрирующих устройств. Коэффициент массопереноса кислорода в таких ферментаторах может в принципе иметь любой из известных значений. Ферментаторы периодического действия из групп ФЖГ применяют с 1944 г. в промышленности для получения антибиотиков, витаминов и других биологически активных веществ. Их конструкции обеспечивают стерильность ферментации в течение длительного времени (нескольких суток) при оптимальных условиях для роста и жизнедеятельности продуцента.

Прогресс в области получения клеточных и рекомбинантных культур выдвигает специальные требования к биореакторам. При этом на первый план выдвигаются такие показатели, как стабильность биологических агентов, повышенные требования к асептике, лимитация средовых условий при перемешивании и др [7].

2. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Применение лабораторного ферментера Biostat Aplus MO 1L

Для изучения процесса культивирования был выбран лабораторный ферментер Biostat Aplus MO 1L. На данной модели можно изучать основные элементы ферментационного оборудования, программное обеспечение (ферментера), средства автоматизации процесса, а также циклы ферментации.

Биореактор Biostat Aplus можно использовать для проведения научно-исследовательской практики и для выполнения лабораторных работ у студентов.

В биореакторе проводят процессы глубинной ферментации аэробных и анаэробных микроорганизмов. На протяжении всего процесса ферментации проводится мониторинг основных параметров (температура, кислотность, скорость перемешивания, процент содержания кислорода в сосуде) и оптимизации условий процесса культивирования. При получении целевого продукта культивирования (БАВ, белки, ферменты, липиды, антибиотики, витамины и т.д.) на ферментере Biostat Aplus реализуются все стадии процесса ферментации: предферментационная (подготовка и стерилизация сырья/оборудования) и ферментационная, выделение продукта.

Объектами исследовательской работы на ферментере Biostat Aplus могут быть: процесс ферментации, получение различных продуктов биосинтеза, изменение выхода конечных продуктов вследствие изменения условий культивирования.

Основными параметрами оптимизации процесса культивирования являются температурный режим, скорость подачи воздуха в культивируемую среду, скорость перемешивания, кислотность среды, наличие макро- или микроэлементов.

Все процессы протекают в автономном режиме с заданными параметрами под системным управлением. В случае изменения параметров

во время ферментации, система стремится к их оптимизации и возврату к исходному режиму.

Основным условием для проведения качественной ферментации является соблюдение условий асептики. В промышленности данный процесс занимает значительное время и требует много ресурсов для достижения максимальной стерильности среды культивирования, включая рабочее пространство, помещение и сотрудников, работающих на оборудовании. Лабораторный ферментер Biostat Aplus и его элементы также подвергаются стерилизации. Условия чистоты рабочей зоны зависят от патогенности продуцента, а также чистоты эксперимента и цели самой ферментации.

Таким образом, для изучения процесса ферментации и производства БАВ или других продуктов биосинтеза, можно применять лабораторный ферментер Biostat Aplus MO 1L.

2.2. Устройство ферментера Biostat Aplus

Ферментер Biostat Aplus предназначен для культивирования микроорганизмов.

Для проведения процесса ферментации в ферментере промышленного либо лабораторного масштаба ферментер должен быть оснащён датчиками контроля среды и средствами поддержания оптимальных условий.

Реакционный сосуд – это цилиндрический толстостенный стеклянный сосуд со сферическим дном. Реакционный сосуд применяют для глубинной ферментации.

Крышка реактора представляет собой железный плоский диск с соответствующими отверстиями под датчики и регуляторы. Крышка реактора служит дополнительной защитой культуральной среды от воздействия внешней среды.

Винт с накаткой применяется для соединения крышки, сосуда и стенда между собой.

Стенд - служит в качестве опорной конструкции для фиксации сосуда с крышкой и составных элементов.

Барботер – это устройство для пропускания через слой жидкости газа. В ферментере барботер используется для аэрирования культуральной жидкости, применяется в качестве перемешивающего устройства.

Температурный сенсор – это датчик для контроля температуры среды ферментера. Диапазон измеряемых величин (0 – 150°C).

Конденсатор предназначен для охлаждения испарений, выделяемых в ходе жизнедеятельности микроорганизмов. Конденсатор оснащен воздушным фильтром для предотвращения контаминации в процессе ферментации.

Датчик содержания кислорода – это датчик измерения процентного содержания кислорода в сосуде. Во время ферментации необходимо поддерживать определенный уровень кислорода в культуральной жидкости, так как для некоторых микроорганизмов это является определяющим фактором жизнедеятельности.

Пробоотборник – это система, состоящая из трубки, находящейся в культуральной жидкости, соединённой с приемником и насосом через трубку. Он предназначен для отбора пробы в ходе культивации микроорганизмов для анализа, без внешних воздействий в ферментационный сосуд.

Лопастная мешалка роторного типа применяется для активного перемешивания среды культивирования.

pH-метр – датчик для определения кислотности среды. Диапазон измерения pH от 2 до 12.

Четырехходовой фланец используется для соединения сосудов с кислотой/ основанием/ питательной средой.

Электрическая нагревательная рубашка обеспечивает равномерный нагрев и поддержание определенной температуры за счет протекания электрического тока по замкнутому контуру из проводников, изолированных снаружи диэлектриком. Температурный диапазон регулирования – от 0°C до 150,00 °C

Aplus MO 1L. Описание функциональных элементов представлено в Приложении А.

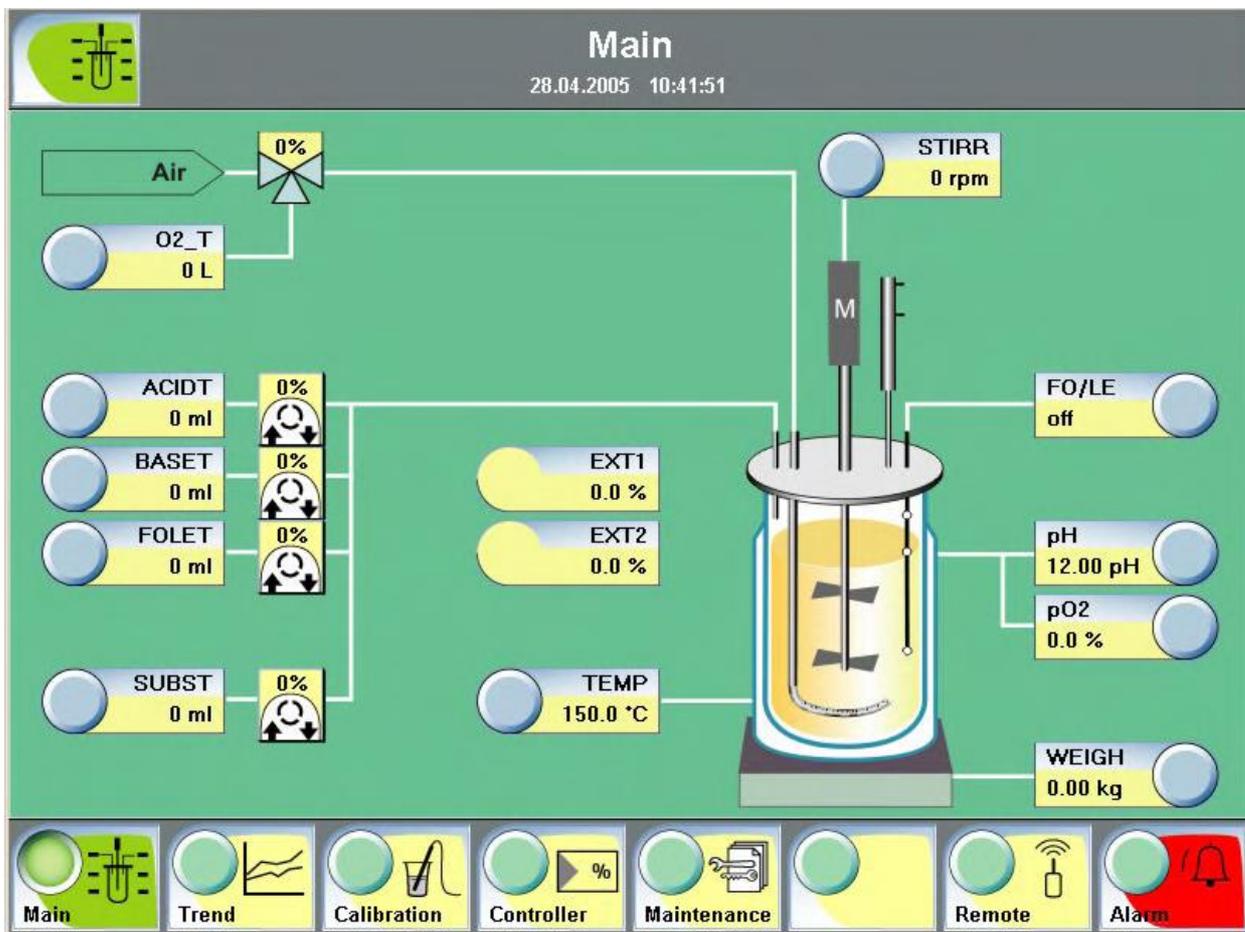


Рис. 5. Главная рабочая зона управления ферментером [4].

3. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Получение лимонной кислоты

Цель работы: получить лимонную кислоту методом ферментации *Aspergillus niger* и выделить ее из культуральной жидкости.

В качестве продуцента лимонной кислоты использовали штамм *A. niger*. Процесс получения лимонной кислоты проходил при различных условиях для выявления наиболее оптимальных условий проведения ферментативного синтеза. Исследуемыми параметрами являлись: температура, уровень подачи кислорода, время стерилизации, источник углеводного сырья и его количество. Предварительно выращенный мицелий помещали в стерильный ферментер с питательной средой и подобранными условиями (аэрирование, температура). На протяжении всего времени проводилось измерение температуры и рН среды. Через 72 часа после начала ферментации в биореакторе проведено выделение целевого продукта. *A.niger* удаляли из культуральной жидкости центрифугированием. Лимонную кислоту из фугата выделяли химическим способом согласно методике [14]. Осажденные кристаллы фильтровали и взвешивали.

Наблюдения:

- После посева *A.niger* в биореактор масса гриба увеличивалась в 5-7 раз;
- рН среды на протяжении всей ферментации уменьшалось до 3,2 – 3,4, что указывает на наличие кислоты в среде;
- Лимонную кислоту выделяли в виде мелких белых кристаллов;
- При увеличении аэрации происходила контаминация культуральной жидкости;
- При получении качественной пробы лимонной кислоты был получен положительный результат.

Результаты проведения серии опытов «Получение лимонной кислоты методом ферментации *Aspergillus niger* и выделение ее из культуральной жидкости» приведены в Приложении Б.

Лучшие условия культивирования и наблюдения в течение процесса ферментации приведены в Таблице 2.

Таблица 2. Результаты получения лимонной кислоты

Наблюдаемые параметры	Ед. измерения	Результаты		
		24 часа	48 часов	72 часа
Стерилизация среды	20 мин	pH 4,43	pH 3,60;	pH 3,22;
Стерилизация оборудования	20 мин	Рост мицелия <i>A.niger</i> ;	Рост мицелия <i>A.niger</i> ;	Выход лимонной кислоты: 0,16 г
температура культивации	32			
подача кислорода	2%			
Источник углеводов в среде культивации	Сахароза 40 г/л			

3.2. Получение этилового спирта из пекарских дрожжей

Цель работы: Получение этилового спирта в водном растворе методом ферментации *Saccharomyces cerevisiae*.

Дрожжи *Sacch. cerevisiae* были засеяны в предварительно автоклавированный биореактор с питательной средой Сабуро. Ферментацию проводили в течение 48 ч. Опыт проводился при постоянном перемешивании и нагреве от 32 до 35°C. После окончания ферментации методом простой перегонки был выделен этиловый спирт в водном растворе.

Наблюдения:

- Масса дрожжей увеличивалась в 5 - 6 раз;
- pH среды на протяжении всей ферментации уменьшалось до 4,5 - 4,3;
- В конце ферментации ощущается запах этилового спирта;
- При проведении качественной пробы на этиловый спирт был получен положительный результат;
- Стерилизация среды на результат опыта не повлияла.

Мы даем рекомендацию проводить ферментацию с использованием стерилизации оборудования и питательной среды. В случае проведения опыта в других условиях результат может оказаться отрицательным.

Результаты проведения испытаний отражены в Приложении Б. Условия культивирования и наблюдения в течение процесса ферментации приведены в Таблице 3.

Таблица 3. Результаты испытаний получения водного раствора этанола

Параметры проведения ферментации	Ед. измерения	Результаты исследования	
		24 часа	48 часов
Стерилизация среды и деталей ферментатора	20 мин/ 35 мин	Мутность; рН 4,58	Выход спирта: 10 мл; рН 4,5
подача кислорода	-		
температура культивации	32°C		

3.3. Исследование продолжительности ферментации *Bacillus subtilis* на активность фермента α -амилазы

Цель работы: Получение фермента α – амилазы методом ферментации *Bacillus subtilis* и проверка ее активности.

В качестве продуцента α – амилазы использовали штамм *Bacillus subtilis*. Процесс получения α – амилазы проводили при постоянных условиях ферментации в разные промежутки времени. Критерием оценки результата получения фермента является качественная проба по Вольгемуту [15]. По изменению цвета можно судить о наличие фермента α – амилазы в культуральной жидкости.

Результаты испытаний отражены в Таблице 4.

Таблица 4. Результаты влияния продолжительности ферментации на активность фермента α -амилазы

Результаты исследования			
12 часа	24 часов	36 часа	48 часа
4	5	6	7
рН 5,32; Фермент отсутствует; Фиолетовый цвет.	-	-	-
	рН 5,67; Активность фермента не выражена; красный цвет.		
		рН 6,5; Фермент слабо активен; оранжевый цвет.	
			рН 6,9; фермент активен; желтый цвет.

3.4. Разработка методического комплекта «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ»

В процессе разработки структуры комплекта, составлены описания лабораторных работ, инструкции работ на биореакторе, сформирован глоссарий.

Лабораторный практикум «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ» разрабатывался с помощью программы AdobeDreamweaverCS 5.5 в формате html. Согласно принципу модульности комплект разделен на несколько разделов и содержит: Введение; разделы «Теоретические основы ферментации»; «Оборудование»; «Лабораторные работы»; Глоссарий; Заключение (Приложение В). Каждый из разделов включает несколько подразделов.

3.4.1. Характеристика структуры и содержания практикума

Выполнен подбор и структурирование информации по проблеме классификации способов ферментативных реакций и оборудования для процесса ферментации. Подбранная информация по ферментационным методам, была отредактирована и структурирована в методический комплект, который может быть включен в качестве модуля в пособие по курсу «Основы биотехнологии».

Практикум включает следующие разделы:

1. Введение,
2. «Теория о процессе ферментации»
3. «Оборудование»,
4. «Лабораторные работы»,
5. Заключение.

Раздел «Теория о процессе ферментации» включает 4 учебных темы:

1. Типы ферментационных процессов;
2. Классификации ферментационного процесса:
 - 1.2. Анаэробный процесс;
 - 2.2. Аэробный процесс;
 - 2.3. Периодическая ферментация;
 - 2.4. Проточная ферментация;
 - 2.5. Непрерывный процесс;
3. Стадии ферментации:
 - 3.1. Подготовительная стадия;
 - 3.2. Стадия ферментации;
 - 3.3. Выделение продукта;
 - 3.3.1. Физико-механический метод;
 - 3.3.2. Химический метод;
 - 3.3.3. Энзиматический метод;
 - 3.3.4. Биологический метод;
3. Особенности ферментационного оборудования;

4. Конструкция ферментационного оборудования;

4.1. Типы аппаратов для аэробной культивации;

Раздел «Оборудование» включает 4 учебных темы:

1. Устройство ферментера;

2. Программное обеспечение;

3. Калибровка датчиков;

4. Подготовка ферментера к работе;

Раздел «Лабораторные работы» содержит 3 лабораторные работы:

1. Получение лимонной кислоты ферментацией *Aspergillus niger*;

2. Получение этилового спирта ферментацией пекарских дрожжей;

3. Получение фермента α – амилазы методом ферментации *Bacillus subtilis*.

В конце раздела приведены требования к отчету по результатам исследования.

В структуру практикума входит глоссарий.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ

4.1. Инструкции для работ на ферментационном оборудовании

Biostat Aplus MO 1L

Для грамотной эксплуатации оборудования было необходимо адаптировать инструкции по эксплуатации лабораторного ферментера Biostat Aplus MO 1L. В перечень инструкций входят: «работа на ферментере», «работа с программным обеспечением» и «калибровка датчиков».

4.1.1. Инструкция работы на ферментере Biostat Aplus MO 1L

ВНИМАНИЕ! При работе на ферментере:

Будьте осторожны при работе с реактивами, вращающимися деталями и горячими поверхностями оборудования.

Во избежание ожогов используйте защитные перчатки.

При попадании реактивов на открытые участки кожи или в глаза срочно промойте обильным количеством воды.

Не прикасайтесь к вращающимся деталям во время работы оборудования.

При ожоге срочно промойте рану обильным количеством холодной воды.

I. Подготовка ферментера к работе.

1. Выкрутите все измерительные приборы из крышки реактора. Открутите двигатель перемешивающего устройства от крышки. Для того чтобы отсоединить шланги охлаждения, необходимо нажать на клапан и прокрутить (во избежание утечки воды подставить стакан под соединение).

2. Промойте сосуд реактора, крышку, датчики и систему охлаждения вначале проточной водой, после дистиллированной.

3. Вставьте сосуд в кронштейн на корпусе и сверху наденьте крышку реактора. Прикрутите крышку к кронштейну с помощью винтов. Все фланцевые отверстия закройте ватно-марлевыми пробками.

4. Поместите конструкцию в автоклав для стерилизации на 40 мин при t 134°C. После стерилизации поместите реактор в ламинарный шкаф с включенной ультрафиолетовой (УФ-) лампой.

5. На датчик температуры и содержания кислорода наденьте защитные крышки.

6. Обмотайте все датчики и систему охлаждения в бумагу и поместите в автоклав для стерилизации на 25 мин при t 121°C.

7. Из крышки достаньте пробки и установите на их месте датчики.

Ферментер готов к использованию.

II. Работа ферментера

1. После I стадии залейте питательную среду и перенесите микроорганизмы в реактор. Установите во фланцевом отверстии крышки воронку и через нее вносите все компоненты в сосуд реактора. Воронку вынуть из отверстия.

2. Установите охлаждающую систему

3. Проверьте соединение всех датчиков и охлаждающей системы на герметичность, прокрутите все до упора.
4. Аккуратно перенесите ферментер на рабочее пространство. Подсоедините шланги охлаждающей системы в соответствующие разъемы в системном блоке. Подсоедините датчики к системному блоку. Включите блок управления нажатием на желтую кнопку (кнопка загорается).
5. Включите программу управления параметрами реактора. Ферментер готов к работе.

4.1.2. Инструкция использования программного обеспечения «Touch-Panel» для работ на ферментере Biostat Aplus MO 1L

Перед началом работы проверьте соединение датчиков содержания кислорода и рН-метр. Датчики должны быть подсоединены к системному блоку.

Включите Touch-Panel. Нажмите Master Panel.

1. В главном окне  выберите параметр необходимый для настройки из списка.

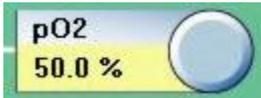
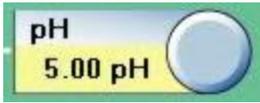
STIRR (скорость) 	pO ₂ содержание кислорода 	pH 	Вентиль подачи воздуха 
TEMP (температура) 	FOAM (пена) 	LEVEL (уровень) 	

Рис. 6. Окно выбора параметров

2. Нажмите требуемый параметр и задайте ему необходимое значение. Выберите режим авто и нажмите «ок», пример (Рис. 7).

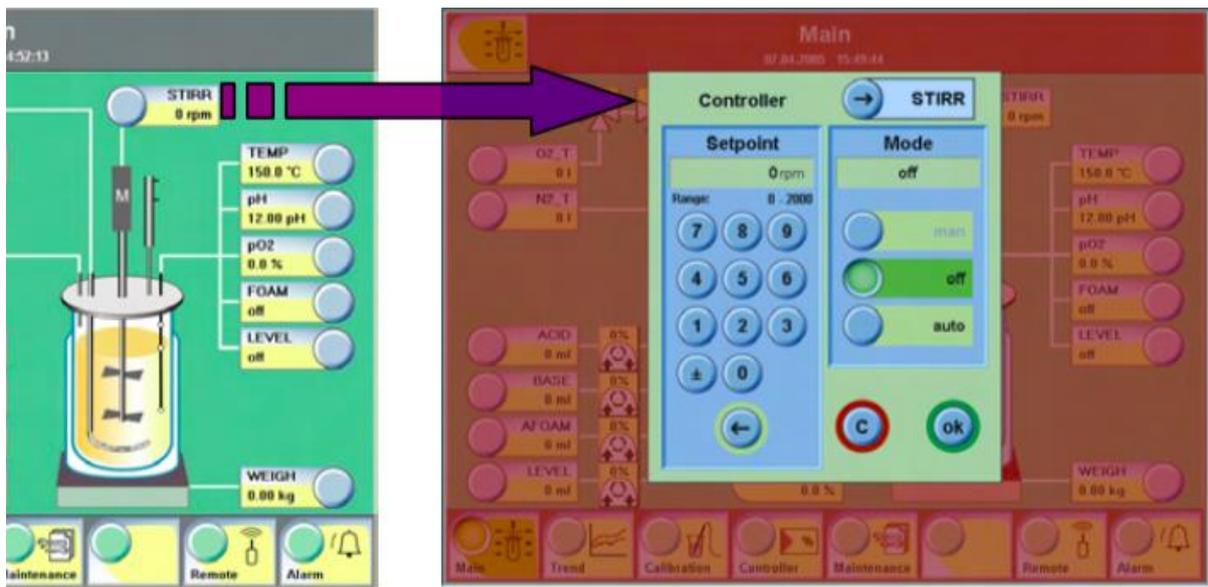


Рис. 7. Пример выбора параметра перемешивания.

3. После прекращения работы на ферментере выберете режим и нажмите кнопку «офф».

4.1.3. Инструкция калибровка рН-метра

ВНИМАНИЕ! При калибровке датчиков:

Будьте осторожны при работе с буферными растворами.

Во избежание ожогов используйте защитные перчатки.

При попадании реактивов на открытые участки кожи или в глаза срочно промойте обильным количеством воды.

Калибровка рН метра.

1. Включите программу для управления Biostat Aplus и системный блок Touch-Panel. (Перед калибровкой датчики содержания кислорода и рН-метр должны быть подсоединены к системному блоку).
2. Откройте в главном меню пункт «калибровка». Выберите параметр рН.
3. Нажмите ТКМП и выберите «температура» на Компьютере «автоматическая».
4. Нажмите кнопку «Режим» и параметр «калибровка»
5. Налейте нулевой буфер с рН 7,0(6,86) в стакане 25-30 мл. Вставьте рН-метр в стаканчик с буферным раствором. Установите в программном окне

начальный буфер (калибровка начинается после нажатия «ок»). Появится символ часов.). Подождите процесс калибровки до всплытия нового окна.

6. Промойте рН-метр в дистиллированной воде.
7. Заполните буферный раствор с рН 4,0 или рН 9,0 (в зависимости от предполагаемого диапазона измерения во время процесса) в другой химический стакан 25-30 мл. Установите в программном окне заданный буфер. После завершения калибровки появится меню «Калибровка - рН-датчика».

Завершение калибровки рН-метра.

Чтобы завершить предыдущий шаг, вы можете нажать «Режим» и «Стоп-калибровка».

Установите рН-электрод в культуральный сосуд и продолжайте подготовку реактора для работы.

4.1.4. Инструкция калибровки датчика содержания кислорода

ВНИМАНИЕ! При калибровке датчиков:

Будьте осторожны при работе с буферами.

Во избежание ожогов используйте защитные перчатки.

При попадании реактивов на открытые участки кожи или в глаза срочно промойте обильным количеством воды.

Калибровка датчика содержания кислорода.

1. Включите программу для управления Biostat Aplus и системный блок Touch-Panel. (Перед калибровкой датчика содержания кислорода и рН-метр должны быть подсоединены к системному блоку).
2. Откройте в главном меню пункт «калибровка». Выберите параметр O₂.
3. Нажмите ТКМП и выберите «температура» на Компьютере «автоматическая».
4. Нажмите кнопку «Режим» и параметр «калибровка»
5. Наденьте герметично на датчик шарик, заполненный азотом.
6. Установите в режиме значение 0.

7. Дождитесь пока датчик откалибруется. После завершения калибровки появится меню «Калибровка - O₂».

Завершение калибровки датчика содержания кислорода.

Чтобы завершить предыдущий шаг, вы можете нажать «Режим» и «Стоп-калибровка».

Установите датчик содержания кислорода в культуральный сосуд и продолжайте подготовку реактора для работы.

4.2. Лабораторные методики

Для достижения поставленной цели было необходимо подобрать методики лабораторных работ по выделению ферментов и определению их активности в природных источниках. В ходе подбора методик было решено создать лабораторный практикум, имеющий достаточную теоретическую базу для подготовки к лабораторным работам. В методический комплект включили три лабораторных работы (Получение лимонной кислоты ферментацией *Aspergillus niger*; Получение этилового спирта ферментацией пекарских дрожжей; Получение фермента α – амилазы методом ферментации *Bacillus subtilis*), которые будут проходить в подобранных нами оптимальных условиях. Кроме того, студенты смогут получить практический опыт в работе с веществами, имеющими различную биологическую активность. Продуцентами этих веществ также будут разные микроорганизмы: бактерии, дрожжи и мицелиальные грибы.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данной работе разрабатывается методический комплект «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ».

Методический комплект представляет собой электронный ресурс, состоящий из нескольких разделов, теоретического и практического материала. Данный комплект включает в себя теоретические основы процесса ферментации и практические задание в виде лабораторных работ на ферментере Biostat Aplus MO 1L.

5.1. Потенциальные потребители результатов исследования

В последнее время отмечен рост развития медицинской, пищевой, химической промышленности. В связи с этим на рынке труда возникает потребность в высококвалифицированных кадрах, владеющими знаниями в данных отраслях. Одним из направлений в отрасли является биотехнологические процессы. Во многих университетах готовят специалистов, владеющими навыками и знаниями в данной тематике. Нами был составлен методический комплекта «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L» в электронном формате, благодаря которому студенты смогут более полно освоить и понять биотехнологические процессы, а также повысить уровень свой компетенции в данной сфере.

В качестве потребителей методического комплекта выбраны университеты: НИ ТПУ, НИ ТГУ и СибГМУ, для которых данный комплект будет востребован. Сегментирование рынка потребителей методического комплекта проведено по лабораториям в университетах.

		Методический
Университет	Микробиологическая лаборатория	
	Лаборатория фармацевтической технологии	
	Учебно-научная лаборатория биотехнологии и биоинженерии	

Рис. 8. Карта сегментирования рынка услуг, в которых проходит подготовка специалистов биотехнологических направлений.

Разработанный нами методический комплект "Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L получения биологически активных веществ" предназначен для обучения студентов бакалавриата и магистры по направлению подготовки «Биотехнология» и других смежных специальностей. Основным потребителем являются учебные заведения среднего профессионального и высшего образования, в которых изучается дисциплины о процессе и стадиях ферментации, получении БАВ методом культивации микроорганизмов. Таким образом, основные сегменты рынка составляют университеты НИ ТПУ, НИ ТГУ и СибГМУ.

5.2. Анализ конкурентных технических решений

В качестве конкурентов были выбраны методические комплекты подготовки студентов для изучения разделов биотехнологии.

К₁– Электронный учебно-методический комплект по дисциплине «Введение в биотехнологию»

К₂- Учебно-методический комплект по учебной дисциплине «Выделение и очистка продуктов биотехнологии».

Для анализа конкурентных технологических решений были выбраны следующие факторы:

1. Удобство в эксплуатации: многие учебно-методические пособия записаны на специализированных программах, доступ которых может быть

ограничен из-за несовместимости либо отсутствия программы, открывающей ресурс (электронный ресурс). Пособия должны свободный доступ к информации.

2. Удобство интерфейса: для облегчения поиска необходимой информации и изучения ее учебно-методические комплекты должны иметь удобный интерфейс.

3. Наличие практического модуля: для лучшего закрепления полученных знаний из теоретического материала учебника, требуется наличие практических заданий.

4. Постоянное совершенствование: в связи с тем, что информация имеет свойство устаревать, особенно о технологиях, вследствие чего ее необходимо актуализировать.

5. Трудоемкость внедрения: наличие у высших учебных заведений специализированного оборудования для работы по данному методическому пособию.

Таблицы 5. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
2. Удобство интерфейса	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
3. Наличие практического модуля	0,15	5	5	2	0,75	0,75	0,3
4. Постоянное совершенствование	0,1	5	0	3	0,5	0	0,3
5. Трудоемкость внедрения	0,1	4	3	2	0,4	0,3	0,2

Таблицы 5. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) (продолжение)

Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность методического комплекта	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
2.Предполагаемый срок актуальности информации	0,1	5	5	2	0,5	0,5	0,2
3.Наличие публикации разработки	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
4.Уровень проникновения на рынок	0,05	4	3	4	0,2	0,15	0,2
5.Финансирование научной разработки	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
6.Срок выхода на рынок	0,05	2	5	5	0,1	0,25	0,25
Итого	1				4,6	3,8	2,85

Исходя из таблицы 5, разрабатываемый нами методический комплект наиболее конкурентоспособен, по сравнению с подобными обучающими методическими комплектами. Он более удобный в эксплуатации, а так же имеет в себе раздел с практическим модулем в виде лабораторных работ. После ознакомления с теоретической частью для лучшего закрепления знаний. Также, наш методический комплект имеет удобный и простой интерфейс. Освоить данный комплект можно будет с любого устройства имеющего доступ в интернет. Данный комплект позволит освоить несколько курсов дисциплин, включенных в направление подготовки «Биотехнология». Благодаря данному комплекту можно проводить новые исследования в области микробиологии.

5.3. Технология QuaD

Технология QuaD (QQualityADvisor) предназначена для количественной оценки качественной характеристики, показывающая качество нового продукта и его рентабельность на рынке, позволяющие принимать решение о

целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 6. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Удобство в эксплуатации	0,1	90	100	0,9	0,09
2. Удобство интерфейса	0,1	100	100	1	0,1
3. Наличие практического модуля	0,15	100	100	1	0,15
4. Постоянное совершенствование	0,1	95	100	0,95	0,095
5. Трудоемкость внедрения	0,1	100	100	1	0,1
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Конкурентоспособность методического комплекта	0,1	80	100	0,8	0,08
2. Предполагаемый срок актуальности информации	0,1	90	100	0,9	0,09
3. Наличие публикации разработки	0,05	30	100	0,3	0,015
4. Уровень проникновения на рынок	0,05	50	100	0,5	0,025
5. Финансирование научной разработки	0,1	80	100	0,8	0,016
6. Срок выхода на рынок	0,05	70	100	0,7	0,035
Итого	1		100		0,796

$$P_{cp} = \sum B_i B_i, \quad (2)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Значение P_{cp} показывает перспективы разработки и качество проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 1 до 0,8, то такая разработка считается перспективной. Если от 0,79 до 0,6 – то перспективность выше среднего. Если от 0,69 до 0,4 – то перспективность средняя. Если от 0,39 до 0,2 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. По результатам оценки качества и перспективности можно сделать вывод об объемах инвестирования в текущую разработку и направлениях ее дальнейшего улучшения. У нашей разработки P_{cp} 0,796, следовательно, разработку можно считать перспективной.

5.4. SWOT-анализ

Целью SWOT-анализа заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 7. Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны разработки методического комплекта:</p> <p>С1. Востребованность в учебных заведениях.</p> <p>С2. Эргономичность .</p> <p>С3.Возможность повсеместной эксплуатации.</p> <p>С4.Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С5. Использование в смежных направлениях научной деятельности.</p> <p>С6. Низкая конкуренция .</p>	<p>Слабые стороны разработки методического комплекта:</p> <p>Сл1.Отсутствие у потенциальных потребителей необходимого идентичного оборудования для работы.</p> <p>Сл2.Отсутствие необходимых условий для проведения лабораторных работ.</p> <p>Сл3. Отсутствие рабочего штатма Активность разработок у конкурентов.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2.Модернизация и обновления методического комплекта. Ввод дополнительных модулей</p> <p>В3.Продажи методического комплекта другим научным центрам</p> <p>В4. Разработка и модернизация научных исследований в биотехнологии</p> <p>В5.Публикация в международных образовательных программах</p>	<p>Инфраструктура ТПУ позволяет проводить исследования в новых лабораториях, финансируя их. Появление дополнительного спроса со стороны других учебных заведений, приводит к дополнительным капиталовложениям и сотрудничеству в развитие методического комплекта.</p>	<p>Инфраструктура ТПУ обеспечивает исследования квалифицированными кадрами, обучение персонала, привлекая в исследование и развитие проекта персонала со смежных направлений. При создании качественного продукта, существует возможность привлечения зарубежных исследователей.</p>

Таблица 7. Матрица SWOT (продолжение)

<p>Угрозы: У1. Быстрое устаревание информации. Неактуальность методического комплекта У2. Ограничения на коммерциализацию комплекта У3.Изменение государственных требований к образовательным программам У4.Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>	<p>Развитие технологий приводит к неактуальности информации, но несмотря на это все процессы остаются фундаментальны и изучение новой информации необходимо на основе основной. Ограничение на коммерциализацию может способствовать уменьшению бюджетному финансированию, с помощью комплекта можно заниматься научными исследованиями и участвовать в грандах, для получения финансирования, так как рынок конкурентов низкий. Изменение государственных требований образовательных программ, приводит к модернизации всей структуры работы и увеличению срока выпуска.</p>	<p>При отсутствии подходящих рабочих условия, оборудования или места проведения, при ограниченных финансового положения образовательного заведения можно проводить двойные договорные программы с тем университетом, на базе которого имеются необходимые условия. Университет на базе которого имеется все условия для усвоения лабораторного комплекта может вводить платные курсы повышения квалификации персонала или обучения студентов по разработанной работе.</p>
--	---	---

Вывод: таблица 7 SWOT-анализа показывает, что несмотря на имеющиеся слабые стороны и угрозы проекта, сильные стороны и возможности перекрывают имеющиеся недостатки разработанного комплекта. С помощью SWOT-анализа, можно утверждать, что данный методический комплект можно коммерциализировать и вывести на международный уровень. Так же можно сделать вывод, что при обновлении информации в технологиях ферментационных процессов данный методический комплект не потеряет своей актуальности.

5.5. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекта предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в чей состав входят: бакалавр, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) выпускной квалификационной работы. Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и проведем распределение исполнителей по видам работ (табл. 8).

Таблица 8. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, инженер
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, инженер
	4	Литературный обзор	Инженер,
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических исследований и обоснований	Инженер,
	7	Проведение экспериментов	Инженер,
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
	10	Определение целесообразности проведения ВКР	Руководитель, инженер
Проведение ВКР			

Таблица 8. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей
(продолжение)

Основные этапы	№раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка лабораторных работ для методического комплекта	Инженер
	12	Оценка конкурентоспособности разработки	Инженер, консультант по ЭЧ
	13	Разработка социальной ответственности по теме	Инженер, консультант СО
Оформление методического комплекта «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ»	14	Публикация методического комплекта «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ» на электронный ресурс библиотеки НИ ТПУ.	Инженер, руководитель
	15	Отработка лабораторной работы «Получение лимонной кислоты ферментационным методом»	Инженер, руководитель
Оформление комплекта документации по ВКР	16	Составление пояснительной записки	Инженер

5.6. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожi}$ используется формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i – ой работы, чел. – дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i – ой

работы, чел. – дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i – ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел. – дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (4)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. – дн;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.7. Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (5)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i – й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i – й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (6)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Таблица 9. Временные показатели проведения научного исследования

№	Название работ	Трудоемкость работ			Исполнители	Т _р , раб. дн.	Т _к , кал.дн.
		t _{min} , чел-дн.	t _{max} , чел-дн.	t _{ож} , чел-дн.			
		Исп.	Исп.	Исп.		Исп.	Исп.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Составление технического задания	0,3	0,9	0,6	Р	0,3	0,3
		0,3	0,9	0,6	И	0,3	0,3
2	Выбор направления исследований	0,6	2,1	1,1	Р	0,5	0,7
		0,5	2	1	И	0,5	0,6
3	Подбор и изучение материалов	6	11	7	Р	1,6	4,1
		5	10	8	И	3,4	4,0
4	Патентный обзор литературы	4	8	7,3	И	7,0	4,2
5	Календарное планирование работ по теме	1	2	1,7	Р	1,3	0,72
		1	2	1,4	И	0,7	0,8
6	Проведение теоретических исследований и обоснований	3,3	5,1	3,9	И	2,1	2,3
7	Проведение экспериментов	10,2	8	6,2	И	3,1	3,7
8	Сопоставление результатов теоретическими исследованиями	2	3	2,4	Р	1,2	1,4
		3	5	3,8	И	1,9	2,3
9	Оценка эффективности результатов	3	4	3,4	Р	2,1	2
		5	6	5,4	И	2,7	3,2
10	Определение целесообразности проведения ВКР	5	7	5,8	Р	1	3,5
		5	7	5,8	И	2,9	3,5
11	Разработка лабораторных работ для методического комплекта	10,2	3	2,4	И	20,5	22,9
12	Оценка конкурентоспособности разработки	4	9	8	И	2,7	3,1
		4	9	8	К ¹	3,1	4,0
13	Разработка социальной ответственности по теме	7	7	10	И	4,9	4,9
		7	7	10	К ²	4,9	4,9

Таблица 9. Временные показатели проведения научного исследования
(продолжение)

14	Публикация методического комплекта	3	3	4	Р	0,1	2
		14	14	28	И	12	12
15	Составление пояснительной записки	3	3	4	Р	1	2
		5	5	7	И	3,5	3,5
16	Составление пояснительной записки	13	13	16	И	17	17

Р – руководитель;

И – инженер;

К¹ – консультант по экономической части;

К² – консультант по социальной ответственности.

Таблица 10. Календарный план-график проведения НИОКР

Вид работы	Исполнители	$T_{кп}$, дней	Продолжительность выполнения работ														
			февраль		март			апрель			май						
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Составление технического задания	Руководитель, инженер, консультант ЭЧ, СО	0,1	■														
Выбор направления исследований	Руководитель, инженер	0,6	■														
Подбор и изучение материалов	Руководитель, инженер	4,2		■													
Патентный обзор литературы	Инженер	9,8			■	■	■	■									
Календарное планирование работ	Руководитель, инженер	0,8				■	■										
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	2,3		■	■	■											
Проведение экспериментов	Инженер	3,7 2,2				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

5.8. Бюджет научно-технического исследования

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

5.8.1. Расчет материальных затрат

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 11.

Таблица 11. Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во, Грамм	Цена за единицу, руб. за грамм	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Питательная среда	ГРМ-бульон 9	250	11,9	2989
Колба круглодонная	К-3-250-34	10	103,75	1030
Чашка Петри	150*15 мм	5	18	90
Перчатки медицинские стерильные	270-280 мм	40 пар в коробке	15	600
Цилиндр стеклянный	100 мм	3	15	45
Стакан стеклянный	1 литр	5	70	350
Стакан стеклянный	20 мл	5	50	250
Бумажные фильтры	10 см	1	50	50
Всего за материалы				5404
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				270,2
Итого по статье C_m				5674,2

Таблица 12. Материальные затраты

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования с учетом доставки и монтажа
1	2	3	4	5
1.	Шкаф вытяжной	1	52070	59880
2.	Шкаф ГП-40-ОХ ПЗ Сушильный	1	22944	26385
3.	Весы аналитические AS/310/C/2	1	57260	65849
4.	Дистиллятор Д-4	1	18230	20964
5.	Термостат ТС1-20	1	16500	18975
6.	Компрессор FUBAG FC 230/24 CM2	1	7460	8530
7.	Центрифуга лабораторная CM 6MT	1	47018	48320
8.	Холодильник лабораторный LiebherrLKv 3910	1	56779,66	65290,85
	Итого	-	278261,7	314193,9

Таблица 13. -Специальное оборудование для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Срок службы оборудования, год	Общая стоимость оборудования с учетом доставки и монтажа	Сумма амортизационных отчислений за период эксплуатации оборудования в пректе, руб.
1	2	3	4	5	6	7
1.	биореактор BIOSTAT® Aplus	1	775783	10	786952	35805
4.	Шкаф холодильный - морозильный MPR414F	1	145371	15	167176	10064
5.	Автоклав-полуавтоматический TuT-2340 МК 19л	1	104500	15	120175	7235
	Итого	-	1025654,7	-	1074303	53104

Нами была рассчитана амортизация с помощью линейного метода. Линейный метод расчета амортизации соответствует равномерному переносу стоимости основных фондов на стоимость готовой продукции и сумма амортизационных отчислений зависит от первоначальной стоимости приобретения основных средств. При этом методе рассчитывается ежемесячная норма амортизации в зависимости от срока использования объекта основных фондов до полного списания его стоимости.

Расчет амортизационных отчислений будем вести по следующей формуле:

$$A_0 = \frac{C_{II} \cdot H_0}{100 \cdot T_{\text{раб.дн.год}}} \cdot T_{\text{раб}} = \frac{775783 \cdot 10}{100 \cdot 247} \cdot 114 = 35805 \text{ руб.}$$

где A_0 – амортизационные отчисления, руб;

$C_{\text{п}}$ – стоимость оборудования, руб;

H_0 – норма амортизационных отчислений, для каждого оборудования, %

$T_{\text{раб.дн.год}}$ – рабочие дни в 2017 году, 247 дней;

$T_{\text{раб}}$ – дни эксплуатации оборудования в проекте;

Норму амортизационных отчислений (H_0) высчитываем по формуле:

$$H_0 = \frac{1}{n} \cdot 100 = \frac{1}{10} \cdot 100 = 10 \%, \quad (7)$$

Сумма амортизационных отчислений оборудования за время эксплуатации в проекте составляет: 53104 руб.

5.8.2. Основная заработная плата

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя и инженера рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (9)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, раб. дн. (таблица 10);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле (10):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

М – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб.дня М =11,2 месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней М=10,4 месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дни (таблица 14).

Таблица 14. Показатели рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
1	2	3
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	42	36
- праздничные дни	6	6
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни	0	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	269	297

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b * k_p, \quad (12)$$

где Z_b – базовый оклад, руб.;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Руководитель Z_m

Руководителем данной научно-исследовательской работы является сотрудник, который имеет должность доцент, кандидат медицинских наук. Оклад доцента составляет 33664.00руб.

Районный коэффициент для г. Томска –1,3. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице

Таблица 15. Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{б,}$ руб.	k_p	$Z_{м,}$ руб	$Z_{дн,}$ руб.	$T_p,$ раб.дн.	$Z_{осн,}$ руб.
1	2	3	4	5	6	7
Руководитель	33664,00	1,3	43763,2	1691,96	5	8459,80
Инженер	9489,0	1,3	12335,7	465,18	69	32097,74

Руководитель: $Z_{м} = 33664,0 \cdot 1,3 = 43763,2$ руб.

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{F_{д}} = \frac{43763,2 \cdot 10,4}{269} = 1691,96 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = 1691,96 \cdot 5 = 8459,80 \text{ руб.}$$

Инженер: $Z_{м} = 9489,0 \cdot 1,3 = 12335,7$ руб.

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{F_{д}} = \frac{12335,7 \cdot 11,2}{297} = 465,18 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = 465,18 \cdot 69 = 32097,74 \text{ руб.}$$

5.8.3. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (13)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 16 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Руководитель: $Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 8459,8 = 1268,97$ руб.

Инженер: $Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 32097,74 = 4814,66$ руб.

5.8.4. Отчисления во внебюджетные фонды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (14)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка- 27,1%.

Руководитель: $C_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot (8459,8 + 1268,97) = 2636,5$ руб.

Инженер: $C_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot (32097,74 + 4814,66) = 10003,26$ руб

Таблица 16. Отчисления во внебюджетные фонды

Зарботная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	8459,8	32097,7
Дополнительная зарплата	1268,97	4814,66
Отчисления во внебюджетные фонды	2636,5	10003,26
Итого по статье $C_{\text{внеб}}$	12639,76	

5.8.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по формуле:

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (15)$$

Руководитель: $C_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (8459,8 + 1268,97) = 1556,60$ руб.

Инженер: $C_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (32097,7 + 4814,66) = 5905,98$ руб.

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы ($k_{\text{нр}} = 16\%$).

5.8.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 17. Расчет бюджета затрат НИИ.

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	5674,2	Пункт 4.2.4.1
2. Амортизационные отчисления на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	53104	Пункт 4.2.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	40557,54	Пункт 4.2.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6083,63	Пункт 4.2.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	12639,75	Пункт 4.2.4.5
6. Накладные расходы	7462,58	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	125521,7	Сумма ст. 1- 6

1.8.7. Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования (Таблица 18.). Для этого наибольший

интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Таблица 18. Группировка затрат по статьям аналогов разработки

Наименование статьи	Разработка, руб.	Аналог 1, руб.	Аналог 2, руб.
1. Материальные затраты НТИ	5674,2	5423,1	6786,8
2. Амортизационные отчисления на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	53104	62410	54500
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	40557,54	40557,54	40557,54
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6083,63	6083,63	6083,63
5. Отчисления во внебюджетные фонды	12639,75	12639,75	12639,75
6. Накладные расходы	7462,58	7462,58	7462,58
7. Бюджет затрат НТИ	125521,7	134576,6	128030,3

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{125521,7}{134576,6} = 0,93$$

$$I_{\phi}^{a1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{134576,6}{134576,6} = 1$$

$$I_{\phi}^{a2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{128030,3}{134576,6} = 0,95$$

Где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги)

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разы.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i^a, \quad (16)$$

Где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов; a_i –
весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 19.

$$I_m^p = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,1 = 4,4;$$

$$I_1^A = 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,1 + 0 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,1 = 3,85;$$

$$I_2^A = 5 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,1 + 0 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,1 = 3,5.$$

Таблица 19. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1	2	3	4	5
1. Удобство в эксплуатации	0,1	5	4	5
2. Удобство интерфейса	0,1	5	5	3
3. Наличие практического модуля	0,15	5	0	0
4. Постоянное совершенствование	0,05	5	5	5
5. Трудоемкость внедрения	0,1	5	5	4
6. Простота эксплуатации	0,05	5	5	4
7. Возможность внедрения в промышленность	0,05	3	5	5
8. Конкурентоспособность продукта	0,05	3	5	4
9. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	4	4
10. Цена	0,1	4	3	3
11. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	5
12. Послепродажное обслуживание	0,05	5	4	5
13. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	4
ИТОГО	1	4,4	3,85	3,5

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p} = \frac{4,4}{0,93} = 4,73;$$

$$I_{финр}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_\phi^{a1}} = \frac{3,85}{1} = 3,85;$$

$$I_{финр}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_\phi^{a1}} = \frac{3,5}{0,95} = 3,68.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволяет определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a1}} = \frac{4,73}{3,85} = 1,23;$$

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a2}} = \frac{4,73}{3,68} = 1,29;$$

Где \mathcal{E}_{cp} – сравнительная эффективность проекта; $I_{финр}^p$ – показатель эффективности разработки; $I_{финр}^a$ – показатель эффективности аналога.

Таблица 20. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Разработка	Аналог 2
1	2	3	4	5
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,93	0,95
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,85	4,4	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	3,85	4,73	3,68
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,23		1,29

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет судить о приемлемости существующего варианта решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Вывод: в ходе проведения анализа показателей эффективности инвестиций можно сделать вывод о том, что оптимальным считается вариант разработанный нами продукт

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Представление о понятии «Социальная ответственность» будущий специалист может получить из международного стандарта ICCSR26000:2011 «Социальная ответственность организации». В этом документе приводятся вопросы выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. Социальная ответственность при разработке новых решений должна обеспечивать: исключение несчастных случаев; защиту здоровья работников; снижение вредных воздействий на окружающую среду; экономное расходование невозобновимых природных ресурсов.

Объектом исследования является методики лабораторных работ проводимые на ферментере Biostat Aplus MO 1L для культивирования микроорганизмов и получения БАВ. В качестве используемых продуцентов представляющий собой мицелий плесневых грибов рода *A.niger* при производстве лимонной кислоты. *Bacillus subtilis* для получения α -амилазы, *Sacch. Cerevisiae* для этанола. В ферментере исследуется влияние изменения внешних факторов (температура, содержание кислорода, состав питательной среды, стерилизация). ферментер Biostat Aplus MO 1L является экологически безопасным и не оказывает пагубного воздействия на человека. Лабораторный ферментер используется для изучения процессов ферментации и получение продуктов культивирования (белки, липиды, антибиотики и т.д.). Целью дипломной работы является составление методического комплекта «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ».

При выполнении научно-исследовательской работы были использованы химические вещества, которые требуют соблюдения правил безопасности, а также условно-патогенные для человека микроорганизмы, требующие определенных знаний и умений при работе с ними.

Целью этой главы является анализ вредных и опасных факторов при работе в лаборатории, изучение влияния исследования на окружающую

среду, обоснование мероприятий при возможных ЧС и рассмотрение правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности.

6.1. Производственная безопасность

6.1.1. Анализ вредных факторов, которые может создать объект исследования, обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)

Производственная санитария охватывает широкий круг санитарно-гигиенических вопросов. Она связана с выделением в воздушную среду различных вредных веществ, которые могут оказывать негативное влияние на здоровье человека или вызывать профессиональные заболевания. Задачей производственной санитарии является создание здоровых и удобных условий труда.

Практически все органические вещества в той или иной степени ядовиты, а многие из них - огнеопасны и взрывоопасны. Работа в микробиологической лаборатории предполагает обязательное соблюдение мер по предупреждению и снижению воздействия вредных производственных факторов.

Все вредные факторы, выявленные в процессе работы, представлены в таблице 21.

Таблица 21. Вредные факторы, формирующиеся при основных работах на лабораторный ферментер Biostat Aplus MO 1L

Наименование видов работ и параметров процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	группы факторов	виды вредных факторов	
1	2	3	4
<p>Выполнение экспериментальной части:</p> <p>1) выращивание продуцентов</p> <p>2) стерилизация оборудование</p> <p>3) ферментация</p> <p>4) выделение продуктов биосинтеза</p>	физические	Повышенная вибрация	ГОСТ ИСО 10816-1-97 [1].
		Повышенный уровень шума	ГОСТ 12.0.230-07 ССБТ [22].
		Неблагоприятные условия микроклимата	СанПиН 2.2.4.548-96 [23].
		Недостаточная освещенность рабочей зоны	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [24].
		Повышенный уровень электромагнитных излучений;	СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [25].
	химические	<p>Попадание в атмосферу токсических и раздражающих химических веществ, проникающих через органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки</p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ [36].</p> <p>ГН 2.2.5.1313-03 [37].</p> <p>ГОСТ 17.2.1.03-84 [38].</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ [39].</p> <p>СанПиН 2.6.1.2523-09 [40].</p>

Таблица 21. Вредные факторы, формирующиеся при основных работах на лабораторный ферментер Biostat Aplus MO 1L (продолжение)

Наименование видов работ и параметров процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	группы факторов	виды вредных факторов	
1	2	3	4
Выполнение экспериментальной части: 1) выращивание продуцентов 2) стерилизация оборудование 3) ферментация 4) выделение продуктов биосинтеза	биологические	Загрязнение воздуха рабочей зоны условно-патогенными микроорганизмами и спорами плесневых грибов	ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ [41].

К группе физических факторов относится превышение уровня шума в микробиологической лаборатории. В ней расположены источники механической вибрации и акустического (постоянного вентиляция, работа ламинарного шкафа) и переменного (шейкер, компрессор, насос вакуумной сушилки, сушильные шкафы) шума. Нормированным показателем постоянного шума является уровень звукового давления [ГОСТ 12.0.230-07 ССБТ]. Предельно допустимым уровнем звука для легкой физической нагрузки и напряженности средней степени является величина в 75 дБА.

В микробиологической лаборатории установлены предельно допустимые уровни звукового давления и звука, указанные в Таблице 22 [ГОСТ 12.0.230-07 ССБТ].

Таблица 22. Значение предельно допустимого звукового давления

Показатель	Значения								
Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровень звукового, дБ	93	79	70	68	58	55	52	52	49
Эквивалентный уровень звука, дБА	75								

При несоблюдении нормативных показателей уровня шума может снизиться работоспособность, ухудшиться самочувствие, снизиться концентрация. Со временем это может привести к шумовой болезни. Для уменьшения воздействия шума рекомендуется:

- рациональная организация работы оборудования;
- применение изоляции и звукопоглощающих материалов;
- использование средств СИЗ (беруши, наушники);
- проведение профилактических осмотров и очищение вентиляции.

Группу химических факторов составляют токсические химические вещества (спирт этиловый), которые при попадании на кожу и слизистые оболочки вызывают ожоги и отравление организма. Химические вещества могут нанести вред человеку при попадании в организм через органы дыхания или при непосредственном контакте с кожными покровами и слизистыми оболочками. Во избежание превышения ПДК при утечках вредных веществ в лаборатории необходима вентиляция, подающая в помещение такое количество чистого воздуха, чтобы разбавлять газовые выделения до уровня ПДК. Также следует использовать средства индивидуальной защиты (халат, перчатки, респираторы). Данные предельно-допустимой концентрации (ПДК) и классе опасности вредных веществ приведены в таблице 23.

Таблица 23. Характеристики вредных веществ при получении композитных сорбентов [33, 34, паспорта, 27, 29].

Название вещества	Физические свойства	ПДК, мг/м ³ ; класс опасности	Общий характер воздействия	Первая помощь
1	2	3	4	5
Спирт этиловый <i>C₂H₅OH</i>	Бесцветная жидкость, $T_{\text{кип}} = 78,37 \text{ } ^\circ\text{C}$	1000 (IV)	Наркотическое вещество, вызывает сначала возбуждение, затем паралич ЦНС.	При отравлении пероральном – промывание желудка, введение питьевой соды.

К биологическим факторам относятся плесневый гриб *Aspergillus niger*, и бактерии рода *Bacillus subtilis*, являющиеся условно-патогенными микроорганизмами, которые при попадании в организм через дыхательные пути могут вызывать заболевания, поражающие легкие. Предельно-допустимые концентрации микроорганизмов-продуцентов в воздухе рабочей зоны и их класс опасности представлены в таблице 24.

Таблица 24. Предельно-допустимые концентрации микроорганизмов-продуцентов в воздухе рабочей зоны [38,39].

Наименование организма-продуцента	ПДК, кл./м ³	Класс опасности	Особенности действия на организм
1	2	3	4
Плесневый гриб рода <i>A. niger</i> ,	1000	3	Микроорганизмы, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях
<i>Bacillus subtilis</i>	1000	3	Микроорганизмы, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях

Работы, связанные с микроорганизмами должны проводиться в ламинарном шкафу во избежание загрязнения воздушной среды условно-патогенными микроорганизмами, которые могут вызвать заболевания человека. Отработанные культуры и зараженные материалы подлежат стерилизации в автоклаве. При работе с растворами солей и спиртом необходимо использовать средства индивидуальной защиты (перчатки, респираторы, защитные очки), спецодежду (халат, фартук). Прием пищи и курение в лаборатории запрещены.

6.1.2. Неблагоприятные условия микроклимата

Производственные метеоусловия складываются из следующих показателей:

- температура воздуха
 - температура поверхностей
 - относительная влажность воздуха
 - скорость движения воздуха
- интенсивность теплового излучения [СанПиН 2.2.4.548-96].

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96, работы в лаборатории относятся к категории Ib - работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением. Допустимые и оптимальные величины показателей микроклимата для данной категории приведены в таблице 25 [СанПиН 2.2.4.548-96] [33]. Вредность данного фактора заключается в неправильной работе системы отопления в холодный период времени, вследствие чего есть возможность возникновения простудных заболеваний и переохлаждения работающих.

Таблица 25. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [33].

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С			Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		
		Оптимальная	Верхняя граница	Нижняя граница	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Верхняя граница	Нижняя граница
Холодный	Іб	21-23	23,1- 24,0	19,0- 20,9	60-40	15-75	0,1	0,2	0,1
Тёплый	Іб	22-24	24,1- 28	20,0- 21,9	60-40	15-75	0,1	0,3	0,1

Для поддержания оптимальной температуры в помещении в холодное время года имеется центральное отопление. Допустимая температура воздуха при этом 22-24 °С.

6.2. Анализ опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований, и меры безопасности

При проведении лабораторных исследований многие факторы (таблица 26.) могут влиять на здоровье человека, что может привести к порезам, травмам, ожогам или отравлениям.

Таблица 26. Основные процессы при получении композитных сорбентов и исследовании сорбции микроорганизмов, формирующие опасные факторы

Наименование видов работ и параметров процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	группы факторов	виды опасных факторов	
1	2	3	4
Выполнение экспериментальной части	физические	Повышенная температура поверхностей оборудования;	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ [42].
		Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением)	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ [43].
		электробезопасность	СанПиН 2.2.4.1191 – 03. Электромагнитные поля в производственных условиях [44].
		Пожаробезопасность	СНиП 21 – 01 – 97. Пожарная безопасность зданий и сооружений [45].

К группе опасных факторов относится наличие оборудования с повышенной температурой поверхностей (автоклав, электрическая плита), что при неаккуратном обращении может привести к термическим ожогам, пожару и взрыву. Для предотвращения воздействия данного фактора необходимо использовать специальные ухваты и защитные перчатки из жароустойчивого материала, а также правильно использовать оборудование.

В ходе проведения лабораторных работ использовалась стеклянная посуда, которая при неосторожном обращении может быть причиной порезов и ожогов при прикосновении к нагретой посуде. Для предотвращения подобных травм необходимо использовать защитные очки, перчатки и полотенце, также не использовать поврежденную посуду [43].

6.2.1. Электробезопасность

Опасным фактором при работе в лаборатории является повышенное значение напряжения в электрической цепи. Поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, т. е. при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках.

В лаборатории имеются различные электроприборы: ферментер, центрифуга, электроплитки, термостаты, сушильные шкафы, автоклав.

Каждая лаборатория обычно обеспечивается трехфазным переменным током напряжением 220/380 В и постоянным током, параметры которого могут быть различными в соответствии с его назначением.

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. К коллективным способам и средствам электрозащиты относятся изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль; установка оградительных устройств; предупредительная сигнализация и блокировки; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; применение малых напряжений; защитное заземление; зануление; защитное отключение.

По окончании рабочего дня необходимо снять напряжение с отдельных приборов, а также отключить все щитки на лабораторных столах и общий рубильник за пределами лаборатории [41, 44].

6.2.2. Механическая опасность

Вследствие несоблюдения техники безопасности при эксплуатации и обслуживании техники могут возникнуть различного рода травмы.

К источникам механических травм можно отнести механизм роторного вакуумного испарителя, защитный экран вытяжного шкафа и переносные электроплиты.

Средствами защиты рабочих от травм вследствие механического воздействия относят:

- 1) ограждения;
- 2) предохранительные блокировочные устройства;
- 3) сигнальные устройства.

6.3. Экологическая безопасность

Загрязнение окружающей среды в настоящее время является одной из основных проблем. Выявление источников вредных воздействий и выполнение мероприятий по их устранению и предупреждению является существенной задачей промышленных производств и лабораторий.

В таблице 27 описаны возможные источники вредного воздействия на окружающую среду при проведении исследовательской работы и меры по их устранению.

Таблица 27. Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при получении композитных сорбентов

Природные ресурсы и компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
1	2	3
Воздушная среда	Контаминация воздушной среды микроорганизмами	Работа в ламинарном шкафу при включенной вентиляции и бактерицидной лампе, утилизация отработанного материала непосредственно после опыта
Вода и водные ресурсы	Биологическое загрязнение водотоков в результате попадания в хозяйственно-бытовую канализацию спор микроорганизмов	Стерилизация микроорганизмов

Работы с микроорганизмами проводились в ламинарном шкафу при включенной бактерицидной лампе и вентиляции, в ферментере в ламинарном шкафу и на рабочем столе при включенной бактерицидной лампе. При данных условиях происходит забор воздуха из помещения, который затем

стерилизуется, проходя через бактериальные фильтры, равномерно подается вертикально в рабочую камеру и удаляется через входное окно. Предварительно обезвреженные микроорганизмы и материалы в виде бытовых отходов выбрасывали в урну или хозяйственно бытовую канализацию.

Обеспечение экологической безопасности выполнялось при осуществлении природоохранных мероприятий, принятых в выпускной квалификационной работе. При соблюдении вышеописанных правил данная работа «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L» не оказывает вредного воздействия на окружающую среду.

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Работа в химической лаборатории может сопровождаться чрезвычайными ситуациями, которые возникают в результате пожаров, взрывов, выбросов химически опасных веществ и др.

6.4.1. Пожарная и взрывная безопасность

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар и взрыв на рабочем месте. Химическая лаборатория относится к пожаровзрывоопасным производствам категории А [42]., так как в ней имеются вещества, имеющие температуру вспышки ниже 28 °С

При проведении данной работы использовался изопропиловый спирт технический для обработки ламинарного шкафа, неправильное соблюдение правил безопасности с ним может привести к пожару (Таблица 28).

Таблица 28. Легковоспламеняющиеся жидкости, используемые при проведении эксперимента

Наименование вещества	Температура, °С			Категория помещения
	кипения	вспышки	самовоспламенения	
1	2	3	4	5
Этиловый спирт	78,37	12	455	А

К возможным источникам и причинам пожара на рабочем относятся электрический ток при работе с электроустановками, открытый огонь (пламя спиртовки).

Меры по обеспечению пожаровзрывобезопасности и устранению возможных источников пожаров и взрывов: запрещается держать, нагревать ЛВЖ и горючие вещества вблизи открытого огня, в теплом месте или вблизи нагревательных приборов; запрещается хранить ЛВЖ в тонкостенной посуде с плотно закрытой пробкой; при проливе значительного количества легковоспламеняющихся жидкостей в лаборатории необходимо погасить все источники открытого пламени, отключить все электронагревательные приборы, открыть окна и собирать пролитую жидкость тряпкой или полотенцем; при возникновении пожара необходимо отключить вытяжную вентиляцию и электрическое оборудование во всей лаборатории; обязательным является наличие противопожарных средств в лаборатории; обязательным является наличие автоматических средств сигнализации; запрещается загромождать в лаборатории выходы из помещения и проходы к средствам пожаротушения; работники, принимающие участие в ликвидации аварий должны использовать индивидуальные средства защиты: перчатки, резиновую обувь, противогазы.

Действия при возникновении взрыва:

- Упасть на пол, закрыв голову руками и поджав под себя ноги.
- Как можно скорее покинуть это здание и помещение.

— При наличии лифта ни в коем случае им не пользоваться.

Действия при пожаре:

— Пригнуться как можно ниже, стараясь выбраться из здания как можно быстрее.

— Обмотать лицо влажными тряпками или одеждой, чтобы дышать через них.

— Если в здании пожар, а перед вами закрытая дверь, предварительно потрогайте ручку тыльной стороной ладони. Если она не горячая, откройте дверь и проверьте, есть ли в соседнем помещении дым или огонь, после этого проходите. Если ручка двери или сама дверь горячая, никогда не открывайте ее.

Если вы не можете выбраться из здания, необходимо подать сигнал спасателям, кричать при этом следует только в крайнем случае, т.к. вы можете задохнуться от дыма. Лучше всего размахивать из окна каким-либо предметом или одеждой [45].

Существуют организационные и технические меры устранения причин пожаров в помещении. К организационным мерам обеспечения пожарной безопасности относятся мероприятия режимного характера, обучение и разработка планов эвакуации людей в случае пожаров. К техническим мерам – современные автоматические средства сигнализации, методы и устройства ограничения распространения огня, автоматические стационарные системы тушения пожаров, первичные средства пожаротушения (огнетушители ОП-10, ОУ-5 для тушения электрооборудования, пожарный щит, ящик с песком) [45].

6.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.5.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Для обеспечения безопасности работ в лаборатории необходимо следовать правилам работы в лаборатории, соблюдать требования к лабораторным помещениям и пройти инструкцию по технике безопасности.

Основные правила безопасной работы в химических лабораториях:

1. Организация работы по технике безопасности, производственной санитарии и охране труда в лаборатории возлагается на руководителя (начальника, заведующего лабораторией).

2. К самостоятельной работе в химических лабораториях допускаются лица прошедшие инструктаж, обучение безопасным методам труда и сдавшие экзамен на допуск к самостоятельной работе.

3. Каждый приступающий к работе в органическом практикуме должен иметь в личном пользовании рабочий халат из хлопчатобумажной ткани.

4. По окончании работы, а также перед едой необходимо тщательно мыть руки, лицо и полоскать рот.

5. Запрещается совместное хранение в непосредственной близости друг от друга веществ, могущих оказать влияние одно на другое и вызвать в результате химического взаимодействия пожар или взрыв (например, азотная кислота и какие-либо органические вещества).

6. На каждый сосуд с химическим веществом должна быть наклеена этикетка, на которой указываются наименование продукта, его квалификация и другие данные.

7. Запрещается применение лабораторной посуды для личного пользования.

8. В помещении лаборатории курить, хранить и принимать пищу запрещается.

9. Приточно-вытяжная вентиляция во всех помещениях включается за 30 минут до начала проведения работ и выключается по окончании рабочего дня. При этом вначале включают вытяжную вентиляцию, а потом

приточную; выключают — приточную, а затем вытяжную. Работы в лаборатории должны проводиться только при исправной вентиляции.

10. Все работы с чрезвычайно и высокоопасными веществами следует проводить только в вытяжных шкафах.

11. Запрещается уходить с рабочего места и оставлять без присмотра включенные нагревательные приборы и работающее лабораторное оборудование, перечень которого определен инструкцией по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности.

12. Каждый работник лаборатории должен уметь пользоваться средствами пожаротушения и знать место их расположения.

13. В каждом рабочем помещении лаборатории на видном и легкодоступном месте должна находиться аптечка, содержащая необходимые медикаменты для оказания первой помощи.

14. В лаборатории должны быть инструкции по технике безопасности.

15. По окончании той или иной операции (работы), не дожидаясь конца рабочего дня, необходимо выключить воду, газ, сжатый воздух, электроприборы, применявшиеся при выполнении данной операции.

16. По окончании рабочего дня каждый сотрудник лаборатории обязан проверить, отключены ли приборы и аппараты, и привести в порядок свое рабочее место (проверить, закрыты ли форточки, удалены ли из помещения лаборатории мусор и промасленные тряпки, остатки горючих и легковоспламеняющихся веществ, отработанные жидкости, все ли склянки и посуда с химическими веществами закрыты пробками и поставлены на отведенные места и т. п.), а уходящий последним — закрыть общий газовый и водяной краны, выключить общий силовой электрорубильник, вентиляцию, освещение, запереть лабораторию, включить сигнализацию и передать ключи дежурному охраны, о чем сделать отметку в журнале [13].

При получении БАВ ферментационным методом на лабораторном ферментере, приготовлении растворов микроорганизмов, а также при

исследовании процесса ферментации необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- попадание раздражающих веществ в организм через кожу и слизистые оболочки можно предотвратить путем соблюдения общих санитарных правил гигиены и применения средств индивидуальной защиты;
- легковоспламеняющиеся жидкости нельзя хранить вблизи электронагревательных приборов и оставлять вблизи открытого пламени;
- работы с микроорганизмами проводить в ламинарном шкафу.

6.5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В целях сохранения и повышения работоспособности, ускорения адаптации к действию неблагоприятных условий труда, профилактики заболеваний, работающим в контакте с химическими веществами следует два раза в год проводить витаминизацию.

В соответствии с "Технический регламент. О безопасности средств индивидуальной защиты" и Приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации каждому работнику лаборатории выдаются средства индивидуальной защиты и смывающие вещества в соответствии с нормами выдачи на 1 работника в месяц [47-48]. Для исключения возможности несчастных случаев должны проводиться обучение, инструктажи и проверка знаний работников требований безопасности труда [49].

Работа с плесневыми грибами и условно-патогенными микроорганизмами относится к III и IV классам опасности, т.е. опасным.

Для сотрудников, условия труда которых считаются опасными, устанавливается продолжительность рабочего времени не более 36 часов в неделю (ст. 92 ТК РФ). Продолжительность рабочего времени в день при 36-часовой рабочей неделе не может превышать 8 часов, при 30-часовой рабочей неделе и менее – 6 часов (ст. 94 ТК РФ). Работникам, трудящимся в опасных условиях, положена оплата в

повышенном размере. Минимальный размер повышения оплаты труда в соответствии со ст. 147 ТК РФ в таких случаях составляет 4% оклада. Эти же компенсации закреплены Постановлением Правительства РФ от 20.11.2008 №870 «Об установлении сокращенной продолжительности рабочего времени, ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска, повышенной оплаты труда работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда». Кроме того, на работах с опасными условиями труда работникам должны бесплатно выдавать специальную одежду, обувь и другие средства индивидуальной защиты (ст. 221 ТК РФ).

Работники, занятые на работах с опасными условиями труда должны проходить обязательные предварительные, при поступлении на работу, и периодические медицинские осмотры для предупреждения профессиональных заболеваний (ст. 213 ТК РФ). Помимо этого, сотрудники, работающие в условиях повышенной опасности, должны проходить обязательное психиатрическое освидетельствование не реже одного раза в пять лет. Периодичность медицинских осмотров установлена в Приказе Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12.04.2011 №302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». В приказе установлена периодичность осмотров в зависимости от воздействия вредных факторов, а также содержится перечень опасных работ, при выполнении которых сотрудники нуждаются в медицинских осмотрах.

Работающим в опасных условиях положен увеличенный по продолжительности отпуск.

Сотрудникам, условия труда которых отнесены к опасным, в соответствии со ст. 117 ТК РФ предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск. Минимальная продолжительность дополнительного отпуска составляет 7 календарных дней. Это закреплено и Постановлением Правительства РФ от 20.11.2008 №870.И замена такого отпуска денежной компенсацией в соответствии со ст. 126 ТК РФ не допускается.

На работах с особо вредными условиями труда лечебно-профилактическое питание предоставляется бесплатно по установленным нормам (ст. 222 ТК РФ). Рационы лечебно-профилактического питания и перечень производств, профессий и должностей, работа на которых дает право на бесплатное получение такого питания, установлены в Приказе Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16.02.2009 №46н «Об утверждении Перечня производств, профессий и должностей, работа в которых дает право на бесплатное получение лечебно-профилактического питания в связи с особо вредными условиями труда, рационов лечебно-профилактического питания, норм бесплатной выдачи витаминных препаратов и Правил бесплатной выдачи лечебно-профилактического питания.

К работам с опасными условиями труда запрещается привлечение лиц до 18 лет (ст. 265 ТК РФ). Постановление Правительства РФ от 25.02.2000 №163 «Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет» закрепляет перечень таких работ.

Ограничивается применение труда женщин на работах с опасными условиями труда, в соответствии со ст. 253 ТК РФ. Перечень установлен Постановлением Правительства РФ от 25.02.2000 №162 «Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин».

Ряд работников имеет право на досрочный выход на пенсию. В соответствии со ст. 27 Федерального закона от 17.12.2001 №173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации» к таким относятся, например, работавшие на подземных работах или в горячих цехах [48].

Выводы:

1. Изучено устройство и принцип работы лабораторного ферментера Biostat Aplus MO 1L;
2. Разработаны инструкции по эксплуатации биореактора Biostat Aplus MO 1L. Адаптированы лабораторные работы получения БАВ.
3. Создана электронная версия комплекта «Использование биореактора Biostat Aplus MO 1L для получения биологически активных веществ» в формате html;
4. Практикум рекомендован студентам при подготовке к лекциям, практическим занятиям, а также при самостоятельной работе студентов при изучении дисциплин направления «Биотехнология»;
5. Рассчитано, что разработанный практикум отвечает условиям экономической эффективности и экологической безопасности.

Есть основание считать, что разработанный практикум внесет важный вклад в развитие профессиональных компетенций бакалавров, обучающихся по направлению «Биотехнология».

Список литературы:

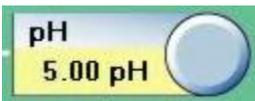
1. Тимощенко Л.В. Основы молекулярной биологии: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 107 с.
2. Воробьева Л.И. Промышленная микробиология: Учеб. Пособие. – М. Изд-во МГУ, 1989. – 294 с.
3. Османов В.К. Методы выделения и очистки продуктов биотехнологических производств: Учеб. Пособие. – Нижний Новгород: М. Изд-во НижГМА, 2005. – 26 с.
4. Sartorius Stedim Systems GmbH . Micro DCU System with “Touch Panel“: Инструкция. – Изд-во Schwarzenberger . 03-2008 – 134 с.
5. Ферментации 1-2 стадии [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4404678/> Сибирский государственный технологический университет, свободный. Заглавие с экрана.
6. Введение в биотехнологию. Версия 1.0 [Электронный ресурс]. : электрон. учеб. пособие / Т. Г. Волова. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – (Введение в биотехнологию : УМКД № 143-2007 / рук. творч.
7. Ферменты. Интегрированный урок по химии и биологии. Режим доступа: <http://him.1september.ru/2003/30/13.htm>, свободный. Заглавие с экрана.
8. Раздел "Промышленная биотехнология". Технология ферментных препаратов. Классификация ферментов. Режим доступа: http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt8_1.htm, свободный. Заглавие с экрана.
9. Ферменты в биохимическом анализе [Электронный ресурс].: Режим доступа: http://www.vector-best.ru/nvb/st9_4.htm, свободный. Заглавие с экрана.
10. Биохимия: сборник лабораторных работ / В.В. Шапкарин, А.П. Королев, С.Б. Гридина, Е.П. Зинкевич; Кемеровский технологический институт пекарской промышленности.- Кемерово, 2005.- 84 с.
11. Практикум по биохимии: Учеб. пособие/Под ред. С.Е. Северина, Г.А. Соловьевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 509 с.: ил.

12. Портал Естественных Наук. Словарь научных терминов. Альдолазы [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://e-science.ru/index/?id=170>, свободный. Заглавие с экрана.
13. Рабинович М. Л [и др.] в сб.: Итоги науки и техники, сер. Биотехнологии, т. 11, М., 1988, с. 4-149; Biochemistry and genetics of cellulose degradation, eds. J. P. Aubert, P. Beguin, J. Millet, L., 1988.
14. Фёдорова Р.А. Пищевая химия. Лабораторный практикум: Учеб.-метод. пособие. СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. 61 с.
15. Количественное определение активности амилазы слюны способом Вольгемуту. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://stylopedia.ru/4x8e5e.html> , свободный. Заглавие с экрана.
16. ФГОС ВПО по направлению подготовки 240700 Биотехнология (квалификация (степень) "бакалавр").
17. ГОСТ Р 53046-2008 Препараты ферментные. Методы определения ферментативной активности амилазы.
18. Лабораторный практикум по биологической химии: учебное пособие / И.А. Позднякова, В.В. Иванов, Н.В. Канская и др. / под ред. Сереброва В.Ю., Федоровой Т.С. – Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2010. – 254 с.
19. СТО ТПУ «Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления».
20. ГОСТ 908-2004 Кислота лимонная моногидрат пекарская. Технические условия (с Поправкой).
21. ГОСТ 5962-2013 Спирт этиловый ректификованный из пекарского сырья. Технические условия.
22. Биотехнологические основы культивирования микроорганизмов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studopedia.org/4-19186.html> Биотехнологические основы культивирования микроорганизмов. Заглавие с экрана.
23. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 070100 «Биотехнология» и «Пекарские биологически активные добавки» / Бийск, 2006. - 44 с
24. Пекарская биотехнология, Голубев, скачать бесплатно В.Н. Жиганов И.Н. Город: Москва. Издательство: ДеЛи принт. Год издания:2001. Страниц: 123стр

25. Я. С. Шапиро Микроорганизмы Вирусы Бактерии Грибы, Санкт-Петербург, издательство «ЭЛБИ-СПб», 2003
26. Грин Н., Тейлор Д., Стаут У. Биология: в 3-х т. Т. 1.: Пер. с англ./ Под ред. Р. Сопера. – М.: Мир -1990.-368 с.
27. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. - М.: Изд-во МГУ, 2003.
28. 29. Федоров А.А. Жизнь растений: в 6-ти томах// Гл. ред. Ал. А. Фёдоров. — М.: Просвещение. – 1978
29. Морфология *Aspergillusniger* [Электронный ресурс]. //Производство лимонной кислоты. URL: <http://citricacid.ru/aspergillus-niger/morphology>
30. Карцев В.В., Клевакин В.М. Санитарная микробиология пищевых продуктов. - Л.: Медицина, 2000.
31. Шапиро Я.С. Микроорганизмы: вирусы, бактерии, грибы. Учебное пособие. СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2003. – С. 165-241.
32. Руководство к практическим занятиям по медицинской микробиологии /Под ред. Проф. Е.П. Красноженова. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. – С. 45-51.
33. Медицинская микробиология / Гл. ред. В.И. Покровский, О.К. Поздеев – М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1998. – С. 849-900.
34. Определитель бактерий Берджив 2-х т. Т. 2.: Пер. с англ./ под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита – Москва «Мир» - 1997
35. Галушкина Д.Н., Васильева М.М., Макаревич Т.Г. Регенерация композитных наноразмерных сорбентов урана растворами карбоната натрия и трилона-б // Современное состояние и проблемы естественных наук: сборник трудов всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 17-18 Апреля 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 237-239
36. Кравченко Н. С., Ревинская О. Г. Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме – Томск, Изд. Томского политехнического университета, 2001. – 86с.
37. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
38. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

39. ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1 от 2000 г). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89).
40. ГН 2.2.5.1313 – 03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. М.: Минздрав России, 1998.
41. ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения
42. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с изм. 1990 г).
43. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). М.: Минздрав России, 2009.
44. ГОСТ 12.1.008-76. Система стандартов безопасности труда. Биологическая безопасность. Общие требования
45. ГН 2.2.6.2178 – 07. Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. М.: Минздрав России, 2007
46. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
47. СанПиН 2.2.4.1191 – 03. Электромагнитные поля в производственных условиях. М.: Минздрав России, 2003
48. СНиП 21 – 01 – 97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с.12.
49. Инструкция № 10 по охране труда при выполнении работ в учебно-научной лаборатории биотехнологии, Томск 2014
50. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
51. ППБ 01 – 03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.

Таблица А 1. Таблица основных параметров главного меню ферментера

Функциональный элемент	Отображаемое значение	Функция сенсорной клавиши
1	2	3
STIRR (скорость) 	Скорость перемешивания в [об / мин].	Прямой доступ к подменю: - ввод заданного значения скорости мешалки; - выбор режима для контроллера мешалки.
TEMP (температура) 	Измеренная температурная культура сосуда [°C].	Прямой доступ к подменю: - ввод заданного значения температуры; - выбор режима для контроллера TEMP.
pH 	Измеренное значение в [pH].	Прямой доступ к подменю: - ввод значения pH; - выбор режима для регулятора pH.
pO2 	Измеренное значение в [% pO2].	Прямой доступ к подменю для: - ввод заданного значения для pO2; - выбор режима для контроллера pO2.
FOAM (пена) 	Состояние контроллера [вкл выкл].	Прямой доступ к подменю для выбора режима.
LEVEL (уровень) 	Состояние контроллера [вкл выкл].	Прямой доступ к подменю для выбора режима.
Air (воздух) 	Открыт клапан [%].	Доступ к подменю для калибровки сумматора и сброс значений процесса. Отображение состояния, выбор режима работы клапана: - выкл.: желтый фон; - вкл: зеленый фон.
ACID, BASE, AFOAM, LEVEL (кислота, основание, пена, уровень)	Дозирующие объемы насосы в [мл].	Доступ к подменю в тотализатор и сбор обработки объема.

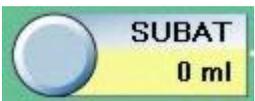
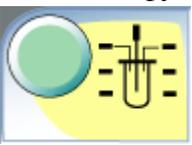
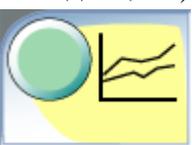
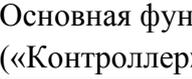
Функциональный элемент	Отображаемое значение	Функция сенсорной клавиши
1	2	3
		
Pump (насос) 	Выход (состояние) насоса в [%].	Отображение состояния, выбор режима работы клапана: - выкл.: желтый фон; - вкл: зеленый фон.
SUBAT(субстанция) 	Поставка субстанции в объеме [мл].	Доступ к подменю для калибровки сумматора и сброс значений процесса.

Таблица А 2. Таблица основных элементов подменю Touch-Panel

Символ	Значение и использование
1	2
Основная функция «Главная» («Обзор»)  активация: 	Графический обзор биореактора: - Отображение компонентов текущей конфигурации; - Обзор измеренных значений и параметров процесса; - Прямой доступ к подменю, актуальный для работы
Основная функция «Trend» («Тенденция»)  активация: 	Дисплей для мониторинга хода процесса - Курс выбора измеряемых величин: pH, O ₂ , t, V (только отображение)
Основная функция «Calibration» («Калибровка»)  активация: 	Меню для функции калибровки: - Датчики для измерения pH, рO ₂ , окислительно-восстановительного потенциала или мутности - Сумматор для всех насосов (кислоты, основания, базы). - Сумматор расхода газа в клапанах - Системы баланса
Основная функция «Controlier» («Контроллер») 	Меню управления и пределы измерений контроллеров:

Символ	Значение и использование
1	2
 активация: 	<ul style="list-style-type: none"> - Температурный режим TEMP - Регулирование скорости перемешивания STIRR - рН- и рО2-контроль - Насос управляет AFOAM, LEVEL и SUBS1 ... 2 - Органы управления газообразованием (клапаны, контроллеры массового расхода).
<p>Основная функция «Maintenance» («Техническое обслуживание»)</p>  активация: 	<p>Основные системные настройки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Диапазоны измерений значений процесса, - Ручное управление выходами, - Параметризация связи с удаленными устройствами (например, принтеры, система баланса, хост компьютеры); - Управление конфигурацией.
<p>«Remote» («Дистанционное управление»)</p>  активация: 	<p>Работа с помощью удаленных систем</p> <ul style="list-style-type: none"> - С помощью кнопки «Touch-key» ведется удаленный контрол. Для настройки используйте раздел «Техническое обслуживание»
<p>«Alarm display» «аварийная ситуация»</p>  активация: 	<p>Отображение аварийных сигналов</p> <p>Если возникает тревога, последняя иконка загорается красным и выдается звуковой сигнал. При нажатии основной функциональная клавиша, окно «всплывает» показывает аварийное сообщение.</p>

Таблица Б 1. Результаты проведения серии опытов «Получение лимонной кислоты методом ферментации *Aspergillus niger* и выделение ее из культуральной жидкости»

№	Исследуемые параметры	Ед. измерения	результаты исследования			
			24 часа	48 часов	72 часа	96 часов
1	2	3	4	5	6	7
1	Стерилизация среды	20 мин	контаминация питательной среды	-	-	-
	Стерилизация ферментера/ датчиков	20 мин/ 20 мин				
	температура культивации	35				
	подача кислорода	-				
	Источник углеводов в среде культивации	Глюкоза 20 г/л				
3	Стерилизация среды	25 мин	Рост мицелия; рН 4,43	контаминация питательной среды	-	-
	Стерилизация ферментера/ датчиков	40 мин/20 мин				
	температура культивации	35				
	подача кислорода	-				
	Источник углеводов в среде культивации	Глюкоза 20 г/л				
4	Стерилизация среды	20 мин	Рост мицелия; рН 4,64	Рост мицелия; рН 3,71	рН 3,43 Следовое количество кристаллов лимонной кислоты (ЛК)	-
	Стерилизация оборудования	40 мин/20 мин				
	температура культивации	25				
	подача кислорода	-				
	Источник углеводов в среде культивации	Глюкоза 20 г/л				
5	Стерилизация среды	20 мин	контаминация питательной среды	-	-	-
	Стерилизация оборудования	20 мин				
	температура	25				

№	Исследуемые параметры	Ед. измерения	результаты исследования			
			24 часа	48 часов	72 часа	96 часов
1	2	3	4	5	6	7
	культивации					
	подача кислорода	5%				
	Источник углеводов в среде культивации	Глюкоза 20 г/л				
6	Стерилизация среды	20 мин	Рост мицелия; рН до 4,63	Рост мицелия; рН 3,35	Рост мицелия; рН 3,22	рН 3,15 Выход ЛК: 0,11 г
	Стерилизация оборудования	20 мин				
	температура культивации	32				
	подача кислорода	-				
	Источник углеводов в среде культивации	Глюкоза 20 г/л				
7	Стерилизация среды	20 мин	Рост мицелия; рН 4,43	Рост мицелия; рН 3,60	Рост мицелия рН 3,22	рН 3,15 Выход ЛК: 0,12 г
	Стерилизация оборудования	20 мин				
	температура культивации	32				
	подача кислорода	2%				
	Источник углеводов в среде культивации	Сахароза 20 г/л				
8	Стерилизация среды	20 мин	Рост мицелия; рН 4,51	Рост мицелия; рН 3,60	рН 3,15 Выход ЛК.: 0,09 г	-
	Стерилизация оборудования	40 мин/20 мин				
	температура культивации	32				
	подача кислорода	-				
	Источник углеводов в среде культивации	Сахароза 20 г/л				
9	Стерилизация среды	20 мин	Рост мицелия рН до 4,43	Рост мицелия; рН 3,60	рН 3,22 Выход ЛК 0,16 г	-
	Стерилизация оборудования	20 мин				
	температура культивации	32				
	подача	2%				

№	Исследуемые параметры	Ед. измерения	результаты исследования			
			24 часа	48 часов	72 часа	96 часов
1	2	3	4	5	6	7
	кислорода					
	Источник углеводов в среде культивации	Сахароза 40 г/л				
10	Стерилизация среды	20 мин	Рост мицелия <i>A.niger</i> ; рН до 4,62	обнаружено помутнение контаминация питательной среды	-	-
	Стерилизация оборудования	20 мин				
	температура культивации	32				
	подача кислорода	5%				
	Источник углеводов в среде культивации	Глюкоза 40 г/л				
16	Стерилизация среды	20 мин	Рост мицелия <i>A.niger</i> ; рН до 4,42	обнаружено помутнение контаминация питательной среды		-
	Стерилизация оборудования	20 мин				
	температура культивации	35				
	подача кислорода	5%				
	Источник углеводов в среде культивации	Сахароза 40 г/л				

Таблица Б 2. Результаты проведения опытов получения этилового спирта.

№	Параметры проведения ферментации	Ед. измерения	Результаты исследования	
			24 часа	48 часов
1	2	3	4	5
1	Стерилизация среды и деталей ферментатора	20 мин/ 35 мин	Выход спирта: 2 мл; рН 4,8	-
	подача кислорода	-		
	температура культивации	32		
2	Стерилизация среды и деталей ферментатора	20 мин/ 35 мин	Мутность; рН 4,58	Выход спирта: 10 мл; рН 4,5
	подача кислорода	-		
	температура культивации	32		

№	Параметры проведения ферментации	Ед. измерения	Результаты исследования	
			24 часа	48 часов
1	2	3	4	5
3	Стерилизация среды и деталей ферментатора	- /20 мин	Мутность; рН 4,67	Выход спирта: 10 мл; рН 4,5
	подача кислорода	35		
	температура культивации	-		
4	Стерилизация среды и деталей ферментатора	35 мин/20 мин	Мутность; рН 5,74	Спирт не выделяется; рН 4,5
	подача кислорода	2 %		
	температура культивации	32		



Рис. В 1 Иллюстрация обложки методического комплекта

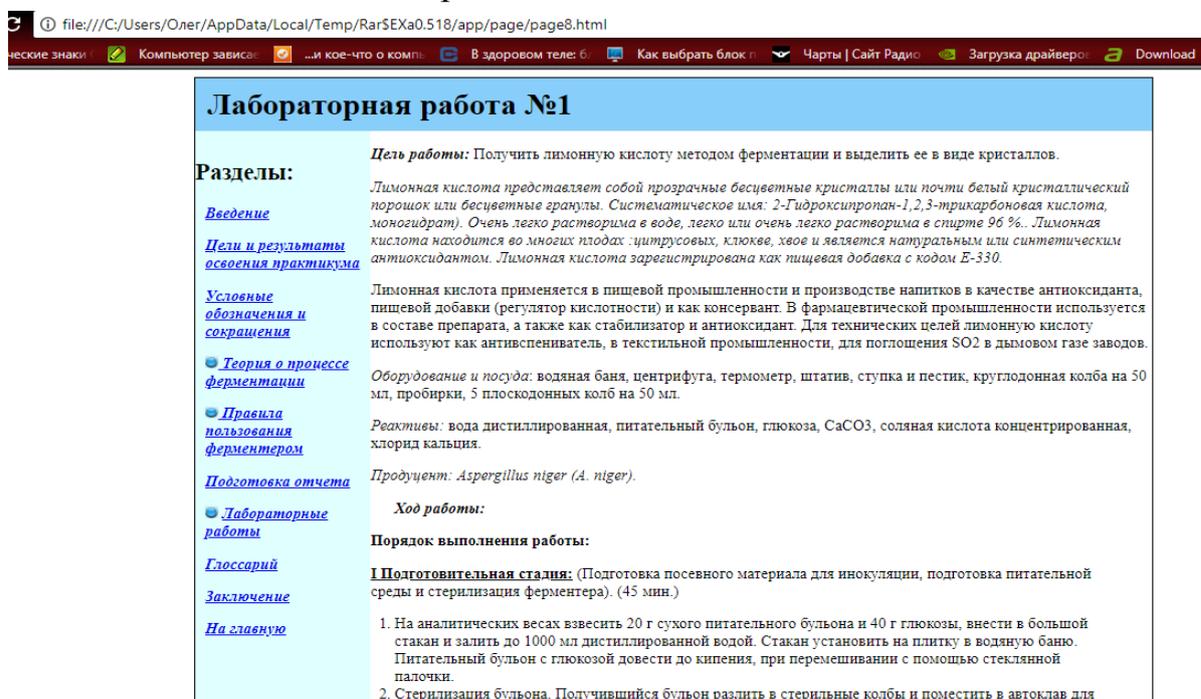


Рис. В 2. Иллюстрация фрагмента лабораторной работы «Получение лимонной кислоты ферментацией *Aspergillus niger*»

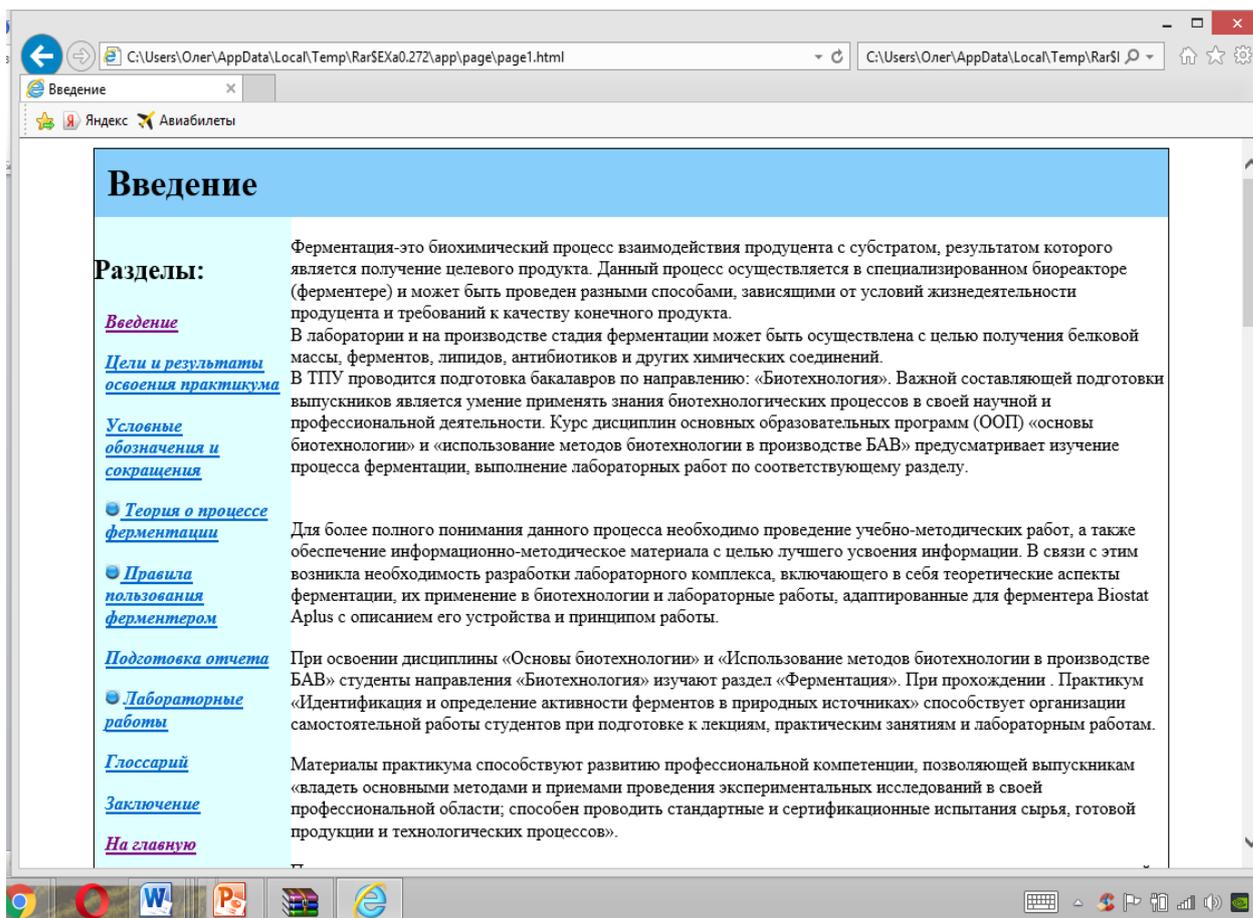


Рис. В 3. Иллюстрация введения к методическому комплекту

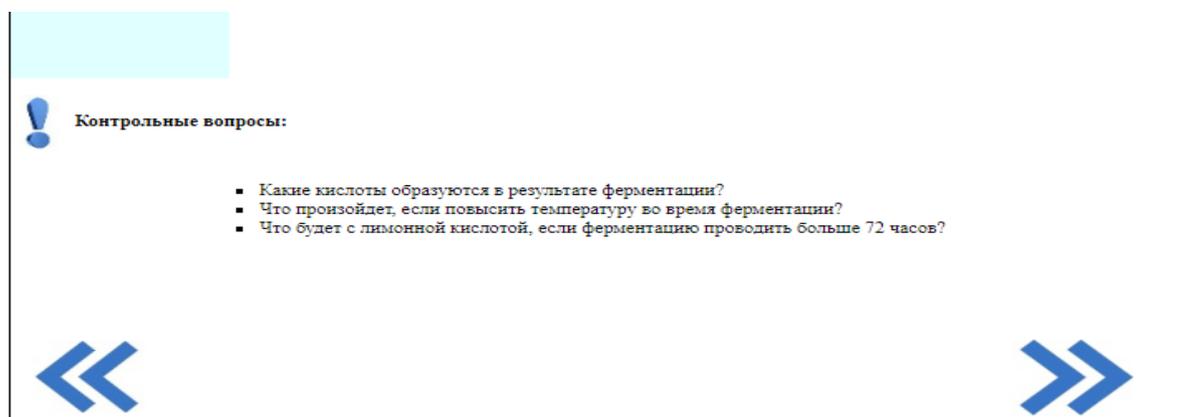


Рис.В 4. Иллюстрация стрелок для перехода вперед и назад по страницам практикума и контрольных вопросов после лабораторной работы