

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Факультет биотехнологии

Кафедра биотехнологии и стандартизации

Учебный год 2023-2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.35 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ (ПРОЕКТ)

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ -

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

Наименование направления подготовки	19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль)	Промышленная биотехнология и биоинженерия
Реквизиты федерального государственного образовательного стандарта высшего образования	Приказ Минобрнауки России от 10 августа 2021 г. № 736
Год начала подготовки	2022
Очная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023
Заочная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023
Номер по реестру ОП ВО ФГБОУ ВО Горский ГАУ	Б-190301-2022
Реквизиты решения ученого совета ФГБОУ ВО Горский ГАУ об утверждении ОП ВО	Протокол от 11 апреля 2023 г. №6
Реквизиты приказа ректора или уполномоченного лица об утверждении ОП ВО	Приказ врио ректора от 11 апреля 2023 г. № 85/06
Место дисциплины в структуре учебного плана	Обязательная часть
Количество зачетных единиц	4

ВЛАДИКАВКАЗ - 2023

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№ №	Планируемые результаты освоения образовательной программы		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции		
1	Общеинженерные и технологические навыки	ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний	ОПК-4.И-2. Знает основные принципы моделирования и масштабирования химико-технологических и биотехнологических процессов с применением эм-пирических, физических и/или физико-химических моделей	<p>ОПК-4.И-2.3-1. Знает основные принципы моделирования и масштабирования химико-технологических и биотехнологических процессов; строение основных приборов и аппаратов, используемых при производстве биологически активных веществ; общие закономерности получения антибиотиков и ферментов.</p> <p>ОПК-4.И-2.У-1. Умеет рассчитывать условия конструирования биотехнологических аппаратов; связывать роль технического прогресса с охраной окружающей среды.</p> <p>ОПК-4.И-2.В-1. Владеет методами использования стандартного и нестандартного, в том числе инновационного оборудования для осуществления биотехнологических процессов; методами оптимизации биотехнологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей.</p>

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2.1. Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности и формам обучения:

Виды учебной деятельности	Всего часов <u>144</u> , в том числе часов:	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Лекционные занятия	36	4
Практические занятия	72	8
Самостоятельная работа	36	119
Контроль	-	13
Форма промежуточной аттестации	курсовой проект/зачет с оценкой/экзамен	

2.2. Трудоемкость дисциплины по темам:

№ № п/п	Наименование тем	Всего часов					
		Очная форма обучения			Заочная форма обучения		
		Лекции	Практические занятия	СРС	Лекции	Практические занятия	СРС
1	Основы проектирования. Основные задачи технологического проектирования.	6	12	10	2	4	29
2	Методы стерилизации питательных сред и воздуха.	6	12	4			16
3	Общие сведения о биохимических реакторах. Основные параметры реакторов. Перемешивание и аэрация в биохимическом реакторе. Массообмен в ферментаторах. Теплообмен. Расчет числа периодически действующих аппаратов.	6	12	4			20
4	Гидромеханические процессы. Методы разделения неоднородных систем. Отстаивание. Осаждение. Фильтрование. Мембранные процессы разделения.	6	12	6			18
5	Теплообменные процессы в биотехнологии. Основы теплопередачи. Нагревание, испарение, охлаждение. Классификация и устройство теплообменных аппаратов в биотехнологии	6	12	6		2	18
6	Массообменные процессы в биотехнологии. Адсорбция. Абсорбция.	6	12	6	2	2	18

Экстракция. пищевого Кристаллизация.	Сушка сырья.						
Итого часов		36	72	36	4	8	119

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ

Тема 1. Основы проектирования. Основные задачи технологического проектирования.

Лекционный материал. Цели и задачи дисциплины. Стадии и этапы технологического проектирования. Принципы. Основные блоки технологической схемы. Составление технико-экономического обоснования (ТЭО).

Вопросы практических занятий: Составление технико-экономического обоснования. Порядок составления.

Задание для самостоятельной работы: Принципы технологического проектирования. Примеры составления технологической схемы биотехнологических предприятий. Подходы к подбору оборудования.

Тема 2. Методы стерилизации питательных сред и воздуха.

Лекционный материал. Кинетика тепловой гибели микроорганизмов. Количественные оценки стерильности среды. Тепловая стерилизация питательных сред. Очистка воздуха в волокнистых фильтрах. Принцип действия трубы Вентури.

Вопросы практических занятий: Расчет основных параметров периодического процесса стерилизации питательных сред. Расчет волокнистого фильтра. Расчет трубы Вентури.

Задание для самостоятельной работы: Примеры очистки воздуха на биотехнологическом производстве. Методы стерилизации твердых питательных сред. Стерилизация при помощи УФ, ультразвука и др.

Тема 3. Общие сведения о биохимических реакторах. Основные параметры реакторов. Перемешивание и аэрация в биохимическом реакторе. Массообмен в ферментаторах. Теплообмен. Расчет числа периодически действующих аппаратов.

Лекционный материал. Общие сведения о биохимических реакторах. Понятие о лимитирующей стадии процесса. Модели переноса кислорода. Основные стадии процесса аэрации. Примеры перемешивающих устройств. Барботеры. Массообмен в ферментаторах. Уравнение переноса массы. Коэффициент массопереноса. Теплообмен в ферментаторах. Коэффициент теплопереноса.

Вопросы практических занятий: Расчет аппарата периодического действия с перемешивающим устройством. Расчет количества питания и удельного расхода кислорода. Расчет числа периодически действующих аппаратов. Расчет газосодержания в ферментаторе

Задание для самостоятельной работы: Основные типы ферментаторов. Примеры аппаратов. Классификация ферментаторов.

Тема 4. Гидромеханические процессы. Методы разделения неоднородных систем. Отстаивание. Осаждение. Фильтрование. Мембранные процессы разделения.

Лекционный материал. Характеристика неоднородных систем. Оборудование для процессов отстаивания и осаждения. Оборудование для процессов фильтрации. Теория фильтрования. Теория мембранных процессов. Основное оборудование для мембранных процессов.

Вопросы практических занятий: Мембранные процессы в биотехнологии. Примеры аппаратов.

Задание для самостоятельной работы: Общие сведения о процессах фильтрования, отстаивания и осаждения. Примеры аппаратов.

Тема 5. Теплообменные процессы в биотехнологии. Основы теплопередачи. Нагревание, испарение, охлаждение. Классификация и устройство теплообменных аппаратов в биотехнологии.

Лекционный материал. Основы теплопередачи. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Оборудование для процессов нагревания, испарения и охлаждения. Теоретические основы выпаривания. Устройство выпарных аппаратов.

Вопросы практических занятий: Расчет коэффициента теплоотдачи в аппаратах.

Задание для самостоятельной работы: Регенеративные теплообменники. Рекуперативные теплообменники. Выпаривание. Способы перегонки. Основы ректификации.

Тема 6. Массообменные процессы в биотехнологии. Адсорбция. Абсорбция. Экстракция. Сушка пищевого сырья. Кристаллизация.

Лекционный материал. Основы массопередачи. Аппаратурное оформление процессов абсорбции. Аппаратурное оформление процессов адсорбции. Аппараты для экстракции. Сушка пищевого сырья.

*Вопросы практических занятий: Расчет коэффициента массоотдачи в аппаратах.
Задание для самостоятельной работы: Аппараты для кристаллизации.*

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учебное пособие / И. Ю. Александян, Ю. А. Максименко, Н. П. Васина [и др.]. — Астрахань : АГТУ, 2021. — 168 с. — ISBN 978-5-89154-714-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/261146>
2. Калекин, В. С., Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / В. С. Калекин. — Москва : Русайнс, 2023. — 458 с. — ISBN 978-5-466-01935-3. — URL: <https://book.ru/book/946976>
3. Уваров, М. Е. Сушильная установка барабанного типа : учебное пособие / М. Е. Уваров. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/218558>
4. Некрасов, Д. А. Тепловые процессы. Теплопроводность материалов : учебное пособие / Д. А. Некрасов, Н. С. Захаров. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 70 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/226595>

4.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Александровский, С. А. Расчет основного оборудования биотехнологических и пищевых производств : учебное пособие / С. А. Александровский. — Казань : КНИТУ, 2021. — 112 с. — ISBN 978-5-7882-3050-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/330707>
2. Борщев, В. Я. Расчёт и проектирование технологического оборудования : учебное пособие / В. Я. Борщев, М. А. Промтов. — Тамбов : ТГТУ, 2018. — 84 с. — ISBN 978-5-8265-1967-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319514> (дата обращения: 19.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Воронин, В. М. Расчет ректификационной колонны с различными контактными устройствами : учебное пособие / В. М. Воронин, Е. В. Игнатова. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. — 90 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/270065> (дата обращения: 19.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учебник для вузов / А. Н. Остриков [и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. - СПб. : ГИОРД, 2012. - 616 с. - ISBN 978-5-98879-124-9
5. Учебное пособие по выполнению курсового проекта "Расчет выпарной установки непрерывного действия" по курсу: "Процессы и аппараты пищевых производств" [Текст]. - Владикавказ : Изд-во ГГАУ, 2004. - 55с.
6. Лисин, П.А.. Моделирование процесса сепарирования молока : Учебное пособие / П.А. Лисин — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2022. — 156 с. — ISBN 978-5-98879-222-2. — URL: <https://book.ru/book/944513>.

4.3. СОСТАВ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Microsoft Windows 7 Pro
2. Office 2007 Standard
3. Moodle 3.8
4. AutoCAD 2012 AcademicEdition New SLM ML03

4.4. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

1. Система автоматизации библиотек ИРБИС64; ООО «ЭйВиДи –систем» <http://support.open4u.ru>
2. Электронная библиотечная система ООО «КноРус медиа» www.book.ru
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань»; www.e.lanbook.ru
4. Национальная электронная библиотека (НЭБ). <http://нэб.рф>
5. eLIBRARY.RU - Научная электронная библиотека. <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Специализированная мебель на 20 посадочных мест, доска настенная, рабочее место преподавателя. Проектор EPSON Multi Media Projector EB-824H, ноутбук Asus K52D, проекционный экран Lumien. Учебный корпус № 12. (факультет биотехнологии).</p>
<p>Учебная лаборатория для проведения практических занятий.</p> <p>Специализированная мебель на 15 посадочных мест, лабораторное оборудование и приборы: прибор Кварц-24, рефрактометр ИРФ-454, анализатор молока Клевер-2, рН-метр рН 150 М, фотоэлектрокалориметр КФК-3, печь муфельная СНОЛ, микроскоп стереоскопический, микроскоп Биомед-2М, сушильный шкаф ШС-80, центрифуга ЦЛ «ОКА», весы аналитические, весы электронные СУW-420, термостат ТС-80, водяная баня, прибор для титрования, аквадистиллятор АДЭ-5; доска стационарная, рабочее место преподавателя. Учебный корпус № 12. (факультет биотехнологии).</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети Интернет, обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Горского ГАУ, наличием необходимого комплекта лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения. Учебный корпус № 6. Библиотека.</p>
<p>Читальные залы; электронно-информационный отдел библиотеки Горского ГАУ.</p> <p>Специализированная мебель; система комфортного кондиционирования с (подогревом) форм-фактор – сплит-система GREE; книжный сканер ЭЛАР-ПланСкан АЗ-Ц; комплект компьютерной техники в сборе (10 единиц) с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечения доступа в электронно-информационную образовательную среду Горского ГАУ. Учебный корпус № 6. Библиотека.</p>

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

6.1. Тематика курсовых проектов:

1. Проектирование ректификационных установок.
2. Проектирование выпарных установок.
3. Проектирование абсорбционных установок.
4. Производство белка.
5. Производство органических кислот. Альтернативные технологии.
6. Расчет аэротенка.
7. Производство аминокислот.
8. Производство витамина В₁₂.
9. Производство стербинов.
10. Проектирование барабанных сушилок.
11. Проектирование пневматической трубы-сушилки.
12. Проектирование аэрофонтанной сушилки.
13. Производство липидов.
14. Производство каротиноидов.
15. Производство нуклеиновых кислот.
16. Производство антибиотиков (стрептомицин, пенициллин, тетрациклин).
17. Производство рибоксина.
18. Производство ферментов (амилаза, липаза, холинэстераза).
19. Производство пищевых ароматизаторов.
20. Проектирование сушилки КС 8.
21. Проектирование распылительных сушилок
22. Проектирование фильтровальных установок.
23. Расчет подогревателей воздуха.

6.2 Перечень вопросов к зачету:

1. Биотехнологические процессы, основанные на выпаривании. Основные типы аппаратов.
2. Биохимические процессы в биотехнологии. Ферментация.
3. Выпаривание. Аппараты для нагревания и охлаждения.
4. Гидромеханические процессы. Перемешивание жидких смесей.
5. Использование абсорбции в биотехнологических процессах.
6. Классификация, области применения и основные характеристики гидравлических машин.
7. Конструкции химических реакторов. Биореакторы.
8. Массообменные процессы. Адсорбция. Применение в биотехнологическом производстве.
9. Методы выделения и очистки биотехнологической продукции.
10. Механические процессы: измельчение и сортирование.
11. Организмы-продуценты биотехнологической продукции. Культивирование микроорганизмов.
12. Пастеризация и стерилизация в пищевой биотехнологии.
13. Перемешивание сред сжатым воздухом и паром. Барботирование.
14. Питательные среды для микроорганизмов. Классификации и типы сред.
15. Процессы перегонки в биотехнологии. Машины и аппараты.
16. Псевдооживление. Основные типы и конструкции аппаратов.
17. Ректификация. Ректификационные колонны.
18. Сепараторы. Устройство и принцип действия.
19. Создание и совершенствование микроорганизмов-продуцентов.
20. Сорбционные процессы. Кристаллизация и растворение.
21. Сушка биотехнологических продуктов. Сушильное оборудование.
22. Экстрагирование и экстракция. Оборудование для экстрагирования.
23. Экологические аспекты биотехнологического производства. Оценка воздействия на окружающую среду.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Аппараты для выпаривания.
2. Аэрация в биохимических реакторах.
3. Виды теплообменных процессов.
4. Гидромеханические процессы разделения смесей.
5. Гидроциклоны.
6. Глубинное культивирование
7. Классификация и устройство теплообменных аппаратов.
8. Классификация экстракторов.
9. Количественная оценка стерильности среды. Микробиологическая оценка воды и воздуха.
10. Кривая периодического роста микроорганизмов.
11. Масштабирование биохимических реакторов.
12. Мембранные процессы разделения.
13. Метод экстракции.
14. Методы осаждения, центрифугирования, сепарирования.
15. Методы разделения неоднородных систем.
16. Методы стерилизации питательных сред. Кинетика тепловой гибели микроорганизмов.
17. Методы сушки пищевого сырья.
18. Модель переноса кислорода в биохимических процесса.
19. Непрерывное культивирование. Турбидостат.
20. Непрерывное культивирование. Хемостат.
21. Непрерывный способ тепловой стерилизации питательных сред.
22. Оборудование для процессов отстаивания и осаждения.
23. Основное условие непрерывного культивирования.
24. Основные типы мешалок.
25. Основы процесса кристаллизации. Аппаратурное оформление.
26. Основы стерилизации воздуха. Волокнистые фильтры.
27. Основы теории теплообменных процессов.
28. Перемешивание и аэрация.
29. Периодический способ стерилизации жидких питательных сред.
30. Поверхностное культивирование.
31. Понятие абсолютной и удельной скорости роста. Кинетика Моно.
32. Понятие массопередачи.
33. Принцип работы камерной сушилки.
34. Принцип работы распылительной сушилки.
35. Принцип работы фильтра непрерывного действия.
36. Принцип работы центрифуги.
37. Способы культивирования микроорганизмов.
38. Способы передачи теплоты.
39. Стадия приготовления питательных сред.
40. Технология получения посевного материала.
41. Типовая схема биотехнологического производства.
42. Типовые модели структуры потоков в аппарате.
43. Фильтрование. Примеры работы фильтра периодического действия.

6.3 Тестовые задания для диагностической работы:

Критерии оценки тестовых заданий (с помощью коэффициента К)

$K = A:P$, где А – число правильных ответов

Р – общее число ответов

Коэффициент К	Оценка
0,9 – 1	5
0,8 – 0,89	4
0,7 – 0,79	3
Меньше 0,7	2

1. Процессом измельчения называется:
 - а) процесс разделения твердых тел на части под действием механических сил или тепла;
 - б) придание твердому телу определенной формы;
 - в) процесс изменения формы твердого тела при деформации.
2. Перечислите типы дробления в зависимости от размера кусков.
 - а) крупное, среднее, мелкое, тонкое, коллоидный размол;
 - б) крупное, среднее, мелкое; тонкое;
 - в) крупное, мелкое, коллоидное дробление.
3. Чему равна полезная работа в процессе дробления?
 - а) сумме работы, затрачиваемой на деформацию и работы затрачиваемой на образование новой поверхности;
 - б) соответствует работе затрачиваемой на деформацию твердого тела;
 - в) соответствует работе, затрачиваемой на образование новых поверхностей.
4. Какой процесс получил название «дробление»?
 - а) механического разрушения твердого сырья;
 - б) придание куску определенной формы;
 - в) уменьшение размера куска твердого тела.
5. Как классифицируются теплообменные аппараты по тепловому режиму?
 - а) периодического действия и непрерывного;
 - б) со стационарным и с нестационарными процессами;
 - в) периодического нестационарного процесса.
6. Дайте определение процессу теплопередачи:
 - а) сложный процесс переноса теплоты между двумя подвижными средами, разделенными твердой поверхностью;
 - б) сложный теплообмен между твердой поверхностью и окружающей средой;
 - в) физический процесс передачи тепловой энергии от более горячего тела к менее горячему, либо непосредственно (при контакте), либо через посредника (проводника) или разделяющую перегородку (тела или среды) из какого-либо материала.
7. Какие теплообменные аппараты получили название кожухотрубных?
 - а) многотрубный теплообменник, в котором пучок труб помещен в цилиндр;
 - б) аппараты, имеющие двойные цилиндрические, сферические или плоские стенки;
 - в) вид змеевика, погруженный в сосуд с жидкостью.
8. Дайте определение конвективному теплообмену (теплоотдаче):
 - а) теплообмен между двумя подвижными средами;
 - б) сложный теплообмен между двумя подвижными средами при наличии твердой разделяющей перегородки;
 - в) сложный теплообмен между твердой поверхностью тела и окружающей средой.
9. Основное уравнение теплоотдачи Ньютона-Рихмана имеет вид:
 - а) $Q = \alpha \Delta t$, Вт;
 - б) $Q = KF\Delta t$, Вт ;
 - в) $Q = \alpha(t_{ст} - t_{ж}) \cdot F$.
10. Дайте физический смысл коэффициенту теплопередачи (К).
 - а) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности в единицу времени при разности температур между теплоносителями в один градус;
 - б) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности при температурном градиенте равном единице;
 - в) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности в единицу времени.
11. Запишите основное уравнение сложного процесса теплопередачи.

- а) $Q = q \cdot F$, Вт;
б) $Q = K \cdot F \cdot \Delta t$, Вт;
в) $q = Q/F$, Вт.
12. Что такое «барботаж»?
а) течение жидкости через насадку;
б) течение жидкости через пористые пластины;
в) течение газа через жидкость.
13. Какие процессы получили название массообменных процессов?
а) процессы, связанные с переносом вещества из одной фазы в другую в различных агрегатных состояниях;
б) процессы, связанные с удалением влаги из твердых, жидких или газообразных веществ;
в) процессы, связанные с конденсацией паров отдельных веществ.
14. Какой процесс получил название – адсорбция?
а) извлечение из твердых или жидких веществ отдельных компонентов;
б) избирательное поглощение газов, паров или растворимых в жидкости веществ на поверхности раздела фаз или в объеме пор твердого тела;
в) переход вещества из твердого состояния в жидкую или газообразную форму.
15. Дайте определение процессу – абсорбция.
а) поглощение отдельных компонентов вещества растворителями;
б) поглощение газов или паров пористыми материалами;
в) поглощение газов или паров жидкими поглотителями.
16. Дайте определение процессу сушки:
а) удаление влаги из влажных твердых, жидких и пастообразных материалов путем ее испарения;
б) извлечение влаги из газообразных и жидких сред;
в) извлечение влаги из твердых материалов.
17. Какие виды дробления осуществляют молотковые дробилки?
а) крупное и среднее дробление;
б) крупное, среднее, мелкое дробление;
в) тонкое и коллоидное дробление.
18. Дайте определение понятия температурного поля:
а) совокупность температур на поверхности твердого тела;
б) пространство, занимаемое нагретым телом и окружающей средой;
в) совокупное значение температур в данный момент времени в изучаемом пространстве.
19. В чем заключается явление псевдооживления?
а) процесс, при котором твердая статическая масса переводится в псевдосостояние, подобное состоянию жидкой массы;
б) в уравнивании веса сыпучих продуктов лобовым сопротивлением течению воздуха через их слой;
в) в смешивании сыпучих продуктов с жидкостью.
20. Что такое термодиффузия?
а) это диффузия, протекающая одновременно с теплопроводностью;
б) термодинамический эффект, заключающийся в появлении в смеси вследствие разности температур градиента концентрации компонентов;
в) перенос теплоты потоком влаги.