

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич
 Должность: Ректор
 Дата подписания: 20.08.2026 15:51:20
 Уникальный программный ключ:
 d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb2cddb840af0

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

31.0.22 Процессы и аппараты биотехнологии

Компетенции:

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-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции

Заполнение таблицы по каждой компетенции всех типов заданий.

Номер задания	Содержание вопроса	Правильный ответ	Компетенция
1. Задание закрытого типа на установление соответствия (проверяет эксперт)			
1.	Установите соответствие между вопросом и правильным ответом. Каждому вопросу соответствует только один вариант ответа. Вопросы: Что понимается под «процессом» в контексте биотехнологического производства? Перечислите основные группы процессов, используемых в биотехнологии, согласно общепринятой классификации. Приведите пример механического процесса в биотехнологии. В чём заключается принципиальное отличие периодических процессов от непрерывных в биотехнологическом производстве? Какие факторы определяют выбор типа процесса (периодический/непрерывный) для конкретной биотехнологической задачи? Ответы: А. Периодический: цикл «загрузка сырья → процесс → выгрузка продукта». Непрерывный: постоянная подача сырья и непрерывный отвод продукта. Б. Измельчение или дробление сырья. В. Совокупность операций и стадий,	1 — В, 2 — Д, 3 — Б, 4 — А, 5 — Г.	ОПК-4

	направленных на получение целевого биотехнологического продукта с использованием биологических объектов (микроорганизмов, клеток, ферментов). Г. Масштаб производства, тип продуцента, цель производства (получение биомассы или метаболита), экономическая эффективность, требования к чистоте продукта. Д. Механические, гидромеханические, тепловые, массообменные, биохимические, биологические.		
2.	Соотнесите вопрос с кратким ответом. Каждый ответ можно использовать только один раз. Вопросы: Дайте определение понятия «процесс» применительно к биотехнологическому производству. Назовите группы процессов в биотехнологии по стандартной классификации. Приведите пример гидромеханического процесса в биотехнологии. Чем периодический процесс отличается от непрерывного в биотехнологии? От каких факторов зависит выбор периодического или непрерывного процесса? Ответы: А. Центрифугирование или перемешивание культуральной среды. Б. Комплекс стадий и операций для получения целевого продукта с применением живых систем или их компонентов. В. Периодический выполняется дискретно (с загрузкой и выгрузкой), непрерывный — в стационарном режиме (постоянная подача сырья и отвод продукта). Г. Тип продуцента, масштаб производства, экономическая целесообразность, чистота целевого	1 — Б, 2 — Д, 3 — А, 4 — В, 5 — Г.	ОПК-4

	продукта, стабильность процесса. Д. Механические, гидромеханические, тепловые, массообменные, биохимические и биологические процессы.		
3.	Подберите к каждому вопросу единственно верный ответ. Вопросы: Что такое «процесс» в биотехнологическом производстве? Какие группы процессов выделяют в биотехнологии? Приведите пример теплового процесса в биотехнологии. В чём ключевое отличие периодического процесса от непрерывного? Какие факторы влияют на выбор типа процесса? Ответы: А. Стерилизация оборудования или среды паром, пастеризация, нагрев/охлаждение. Б. Последовательность действий для получения биопродукта с использованием биообъектов (клеток, ферментов и пр.). В. В периодическом — фиксированный объём и цикл, в непрерывном — постоянный поток сырья и продукта. Г. Вид продуцента, цель производства, масштаб, стоимость, требования к продукту, управляемость процесса. Д. Механические, гидромеханические, тепловые, массообменные, биохимические, биологические.	1 — Б, 2 — Д, 3 — А, 4 — В, 5 — Г.	ОПК-4
4.	Установите соответствие между вопросами и ответами. Вопросы: Определение «процесса» в биотехнологии. Классификация процессов в биотехнологическом производстве. Пример массообменного процесса в биотехнологии. Основное различие периодических и	1 — Б, 2 — В, 3 — А, 4 — Г, 5 — Д.	ОПК-4

	непрерывных процессов. Критерии выбора типа процесса. Ответы: А. Экстракция целевого вещества, абсорбция, десорбция, диализ, кристаллизация. Б. Совокупность стадий, операций и воздействий, обеспечивающих получение целевого продукта с участием биологических агентов. В. Механические, гидромеханические, тепловые, массообменные, биохимические, биологические. Г. Периодический — дискретный цикл; непрерывный — стационарная работа с постоянной подачей сырья и отводом продукта. Д. Экономическая эффективность, тип продуцента, масштаб производства, чистота продукта, стабильность и управляемость.		
5.	Найдите правильный ответ для каждого вопроса. Вопросы: Как определяется «процесс» в рамках биотехнологического производства? Основные группы биотехнологических процессов. Пример механического процесса. Ключевое отличие периодического и непрерывного процессов. Факторы, влияющие на выбор типа процесса. Ответы: А. Дробление, измельчение, гранулирование сырья. Б. Последовательность операций, направленных на синтез целевого биопродукта с участием биообъектов. В. Периодический — цикл с загрузкой и выгрузкой; непрерывный — стабильная подача сырья и отвод продукта. Г. Механические, гидромеханические, тепловые, массообменные, биохимические, биологические. Д. Цель производства, вид продуцента, экономическая	1 — Б, 2 — Г, 3 — А, 4 — В, 5 — Д.	ОПК-5

	эффективность, масштаб, чистота и стабильность продукта.		
6.	Установите соответствие между целью перемешивания в жидких средах (1–5) и её описанием (А–Д). Каждому пункту соответствует только один вариант ответа. Цели перемешивания: Обеспечение равномерного распределения клеток микроорганизмов. Интенсификация массообмена (в т.ч. переноса кислорода). Поддержание однородности среды. Предотвращение локальных перегревов или переохлаждений. Улучшение теплообмена между средой и теплообменными устройствами. Описания: А. Создание условий для эффективного отвода или подвода тепла, выравнивание температуры по всему объёму биореактора. Б. Исключение образования застойных зон и температурных градиентов, способных негативно повлиять на рост культуры. В. Равномерное распределение субстратов, кислорода и метаболитов, предотвращение осаждения клеток. Г. Увеличение площади контакта газ–жидкость, ускорение растворения кислорода в культуральной среде. Д. Поддержание суспензии клеток во взвешенном состоянии, предотвращение их оседания и агрегации.	1 — Д, 2 — Г, 3 — В, 4 — Б, 5 — А.	ОПК-5
7.	Соотнесите тип мешалки (1–5) с её назначением и типом среды (А–Д). Каждый ответ используйте только один раз. Типы мешалок: Пропеллерная. Турбинная. Лопастная. Якорная. Фреза (ножевая).	1 — В, 2 — Б, 3 — Г, 4 — А, 5 — Д.	ОПК-5

	Назначение и тип среды: А. Для высоковязких сред и сред с осадком; обеспечивает скребущий эффект у стенок и дна, предотвращает прилипание. Б. Для сред средней вязкости, создания интенсивного осевого потока; подходит для суспензий с умеренной концентрацией твёрдой фазы. В. Для низковязких жидкостей, создания сильного осевого потока и хорошей циркуляции по всему объёму. Г. Для вязких и пастообразных сред, обеспечивает мягкое перемешивание без сильного сдвига. Д. Для разрушения крупных агрегатов, клеток или твёрдых частиц; применяется в средах с высоким содержанием твёрдой фазы или для лизиса клеток.		
8.	Установите соответствие между параметром (1–5), влияющим на мощность перемешивания, и его характеристикой (А–Д). Каждому параметру соответствует только один вариант описания. Параметры: Частота вращения мешалки. Диаметр мешалки. Плотность жидкости. Вязкость жидкости. Конструкция мешалки и аппарата (включая наличие отражательных перегородок). Характеристики: А. Определяет инерционные силы в системе; чем выше значение, тем больше энергии требуется для преодоления инерции жидкости. Б. Влияет на гидродинамическое сопротивление и режим течения (ламинарный/турбулентный); высокая величина затрудняет перемешивание вязких сред. В. Характеризует геометрию системы и условия обтекания; влияет на коэффициент мощности и эффективность перемешивания.	1 — Г, 2 — Д, 3 — А, 4 — Б, 5 — В.	ОПК-5

	Г. Прямо пропорциональна кубу значения; увеличение приводит к резкому росту потребляемой мощности. Д. Пропорциональна квадрату значения; увеличение размера существенно повышает мощность, затрачиваемую на перемешивание.		
2. Задание закрытого типа на установление последовательности (проверяет эксперт)			
9.	Расположите шаги количественной оценки интенсивности перемешивания в правильной последовательности: Расчёт критерия Рейнольдса для мешалки ($Re=vn \cdot d^2$, где n — частота вращения, d — диаметр мешалки, ν — кинематическая вязкость). Определение мощности, затрачиваемой на перемешивание (N), с помощью эксперимента или номограммы. Измерение частоты вращения мешалки (n) и диаметра мешалки (d). Расчёт удельной мощности перемешивания ($NV=VN$, где V — объём жидкости). Определение режима течения (ламинарный, переходный, турбулентный) по значению Re.	3, 1, 5, 2, 4	ОПК-4
10.	Установите правильную последовательность особенностей перемешивания вязких и неньютоновских жидкостей (от наиболее общей к специфической): Необходимость применения специальных типов мешалок (якорных, ленточных, шнековых). Учёт зависимости вязкости от градиента скорости сдвига. Повышенные энергозатраты по сравнению с перемешиванием ньютоновских жидкостей. Сложности с обеспечением массообмена (особенно переноса кислорода). Возможность тиксотропного поведения (разжижения при сдвиге).	3, 1, 4, 2, 5	ОПК-4

11.	Расположите этапы процесса диспергирования в правильной последовательности: Образование мелких капель/частиц дисперсной фазы. Стабилизация образовавшихся частиц (предотвращение коалесценции). Разрушение крупных агрегатов или капель. Распределение частиц по объёму среды. Создание условий для контакта фаз (перемешивание, турбулизация).	5, 3, 1, 4, 2	ОПК-4
12.	Установите последовательность применения методов диспергирования в биотехнологии (от простых к сложным): Ультразвуковое диспергирование (кавитационный эффект). Механическое перемешивание с высокоскоростными мешалками. Гомогенизация высокого давления. Барботаж газа через жидкость (пневматическое диспергирование). Использование коллоидных мельниц.	4, 2, 5, 1, 3	ОПК-4
13.	Расположите влияние размера частиц дисперсной фазы на эффективность биотехнологического процесса в порядке убывания значимости (от наибольшего влияния к наименьшему): Скорость массообмена (перенос кислорода, субстратов). Вероятность седиментации или флокуляции частиц. Общая площадь межфазной поверхности. Вязкость среды. Энергозатраты на поддержание дисперсии.	3, 1, 2, 4, 5	ОПК-5
14.	Установите последовательность факторов, влияющих на стабильность дисперсии (от первичных к вторичным): Размер частиц дисперсной фазы.	1, 4, 2, 3, 5	ОПК-5

	Наличие стабилизаторов (эмульгаторов, ПАВ). Вязкость дисперсионной среды. Электрокинетический потенциал частиц. Интенсивность перемешивания (механическое воздействие).		
15.	Расположите этапы работы гомогенизатора высокого давления в правильной последовательности: Прохождение жидкости через узкое отверстие (клапан) под высоким давлением. Создание высокого давления насосом (100–200 атм). Снижение давления при выходе из клапана. Турбулентное перемешивание и кавитация, приводящие к дроблению частиц. Выход гомогенизированной жидкости в приёмную ёмкость.	2, 1, 4, 3, 5	ОПК-5
16.	Установите последовательность условий образования псевдооживленного слоя (от начального состояния к финальному): Увеличение скорости газа/жидкости до критической величины. Подача газа/жидкости через распределительную решётку снизу. Переход слоя в псевдооживленное состояние (частицы свободно перемещаются). Исходное состояние: неподвижный слой твёрдых частиц. Превышение критической скорости — начало «кипения» слоя.	4, 2, 1, 5, 3	ОПК-5
3. Задание открытого типа с развернутым ответом/ задача (проверяет эксперт)			
17.	На каком физическом принципе основан процесс отстаивания? Кратко (2–3 предложения) объясните принцип отстаивания, указав основную действующую силу и условие, при котором частицы отделяются от жидкости.	Отстаивание основано на действии сил тяжести (гравитации). Частицы с плотностью выше плотности жидкости оседают на дно, а меньшей плотностью — всплывают. Разделение происходит из-за разницы в плотностях в действии гравитационного поля.	
18.	От каких факторов зависит скорость	размер частиц — увеличивает;	

	осаждения частиц в гравитационном поле? От каких факторов зависит скорость осаждения частиц в гравитационном поле? Перечислите 3–4 основных фактора и кратко (1–2 слова) укажите характер их влияния («увеличивает»/«уменьшает»).	плотность частиц — увеличивает; вязкость среды — уменьшает; ускорение свободного падения — увеличивает.
19.	Какие типы отстойников применяются в биотехнологии? Кратко охарактеризуйте их. Назовите 2–3 типа отстойников и для каждого укажите 1–2 ключевые особенности (например, принцип работы или область применения) в 1–2 предложениях.	Отстойник периодического действия — загружается порционно, отстаивание идёт до достижения нужной степени очистки. Непрерывный горизонтальный отстойник — поток движется горизонтально, частицы осаждаются по ходу движения. Радиальный отстойник — подача в центр, поток движется радиально к периферии; эффективен для больших объёмов.
20.	Как можно увеличить эффективность процесса отстаивания без изменения конструкции аппарата? Приведите 2–3 способа и для каждого кратко (10–15 слов) поясните суть и эффект.	Добавление флокулянтов — способствует слипанию мелких частиц, ускоряет осаждение. Снижение температуры — повышает вязкость, замедляет турбулентность, улучшает осаждение. Предварительное сгущение — уменьшает объём обрабатываемой среды, повышает концентрацию частиц.
21.	Какие преимущества даёт использование псевдооживленного слоя в биотехнологических процессах? Укажите 3–4 преимущества и кратко (5–10 слов) раскройте каждое.	Интенсивный тепло- и массообмен — быстрый перенос веществ и тепла между фазами. Равномерное распределение температуры — предотвращает локальные перегревы. Хороший контакт фаз — улучшает биохимические реакции и рост биомассы. Лёгкость транспортировки материала — слой ведёт себя как жидкость, удобен для загрузки/выгрузки.
22.	Опишите зависимость перепада давления в слое от скорости газа/жидкости при псевдооживлении. Разделите ответ на три этапа по скорости потока и для каждого укажите, как меняется перепад давления (растёт/стабилизируется/падает) и почему (1–2 предложения).	При малых скоростях — перепад растёт: поток уплотняет слой, сопротивление увеличивается. В режиме псевдооживления — стабилизируется: сила потока уравнивает вес частиц, слой расширяется без роста давления. При уносе частиц — падает: часть материала выносится, масса слоя уменьшается, сопротивление снижается.
23.	Приведите пример биотехнологического процесса, где применяется псевдооживление.	Культивирование микроорганизмов на твёрдой субстрате. В слое — гранулированный носитель с клетками. Псевдооживление обеспечивает

	Укажите процесс (1–2 слова), что находится в слое и какую роль играет псевдооживление (всего 2–3 предложения).	равномерное питание, аэрацию и отвод продуктов метаболизма.
24.	Какие факторы ограничивают применение псевдооживленных слоёв? Назовите 3–4 ограничения и для каждого кратко (10–15 слов) поясните суть проблемы.	Износ частиц — истирание материала при интенсивном движении, потеря активности. Унос мелких фракций — требует дополнительной очистки газа/жидкости. Высокие энергозатраты — на создание и поддержание потока газа/жидкости. Ограничения по вязкости среды — в высоковязких жидкостях псевдооживление затруднено.
4. Задания открытого типа с кратким ответом/ вставить термин, словосочетание....., дополнить предложенное (проверяет эксперт)		
25.	В чём принципиальное отличие осаждения в центробежном поле от осаждения в гравитационном поле?	В центробежном поле сила осаждения многократно превышает силу тяжести, что значительно ускоряет процесс осаждения частиц.
26.	Что такое фактор разделения (центрифугальное ускорение) и как он рассчитывается? Вставьте пропущенное:	Фактор разделения (Fr) — это отношение центробежного ускорения к ускорению свободного падения. Он рассчитывается по формуле: $Fr = g\omega^2 \cdot r$, где ω — угловая скорость, r — радиус вращения, g — ускорение свободного падения. Краткий ответ: отношение центробежного ускорения к ускорению свободного падения; $Fr = g\omega^2 \cdot r$.
27.	Перечислите типы центрифуг, используемых для осаждения в биотехнологии.	сепараторные.

	Дополните список: фильтрующие центрифуги; отстойные центрифуги; _____ центрифуги (для разделения эмульсий); сверхцентрифуги (трубчатые); декантерные центрифуги.		
28.	Какие параметры процесса влияют на производительность центрифуги? Перечислите 3–4 параметра: фактор разделения; вязкость среды; размер частиц; _____.	концентрация твёрдой фазы в суспензии.	ОПК-4
29.	Приведите _____ пример биотехнологического продукта, выделение которого осуществляется методом центрифугирования. Вставьте термин: Пример: _____ клеток микроорганизмов (бактерий, дрожжей), ферменты, вакцины, биомасса водорослей.	биомасса.	ОПК-5
30.	Дайте определение процесса фильтрования. Какие виды фильтрования различают? Дополните определение и классификацию: Фильтрование — процесс разделения суспензий или аэрозолей путём пропускания их через пористую перегородку, задерживающую твёрдые частицы. Виды фильтрования: под _____ давлением; под вакуумом; при постоянном _____ скорости; с образованием осадка; без образования осадка (глубинное).	избыточным; объёмной.	ОПК-5
31.	Что такое фильтрующая перегородка? Какие материалы используются для её изготовления в биотехнологии? Кратко ответьте: Фильтрующая перегородка — это пористый барьер, пропускающий	хлопковые; керамические.	ОПК-5

	жидкость/газ и задерживающий твёрдые частицы. Материалы: ткани (полиэфирные, _____); пористые металлические пластины; керамические фильтры; мембраны (полимерные, _____).		
32.	Каковы основные недостатки отстаивания как метода разделения суспензий? Перечислите 3 недостатка: низкая скорость процесса; неэффективность для частиц размером менее _____ мм; необходимость больших _____ для обработки объёмов.	0,1; площадей.	ОПК-5

5. Задания комбинированного типа с выбором одного/нескольких правильного ответа из предложенных с последующим объяснением своего выбора

33.	Какие задачи в биотехнологии решаются с помощью центрифугирования? Выберите все верные варианты. а) разделение клеточных компонентов; б) очистка белков и нуклеиновых кислот; в) стерилизация питательных сред; г) выделение биомассы микроорганизмов из культуральной жидкости; д) концентрирование вирусных частиц.	а, б, г, д. Центрифугирование позволяет разделять компоненты по плотности и размеру (органеллы, белки, клетки). Стерилизация же достигается термической обработкой, а не центрифугированием.	С П К - 4
34.	Чем отличаются фильтрующие центрифуги от осадительных? Выберите верное утверждение. а) Фильтрующие центрифуги имеют перфорированный барабан с фильтрующей перегородкой, осадительные — сплошной. б) Осадительные центрифуги обеспечивают более тонкую фильтрацию. в) Фильтрующие центрифуги работают только периодически, осадительные — непрерывно. г) В осадительных центрифугах жидкость проходит через фильтр, в	а. В фильтрующих центрифугах барабан перфорирован и покрыт фильтрующим материалом — фильтрат проходит через него. В осадительных барабан сплошной, твёрдая фаза осаждается на стенках. Остальные утверждения противоречат принципам работы этих устройств.	ОПК-4

	фильтрующих — отделяется под действием силы тяжести.		
35.	Что такое периодическое и непрерывное центрифугирование? Соотнесите тип центрифугирования с примером оборудования. Тип центрифугирования 1. Периодическое 2. Непрерывное Пример оборудования а) декантерная машина б) лабораторная центрифуга в) сверхцентрифуга г) корзиночная центрифуга	1 — б, г; 2 — а, в. Периодическое центрифугирование предполагает загрузку, обработку и выгрузку порциями (лабораторные и корзиночные центрифуги). Непрерывное — постоянную подачу и отвод (декантеры, трубчатые сверхцентрифуги).	ОПК-4
36.	Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с высокоскоростными центрифугами? Выберите все правильные варианты. а) балансировка пробирок перед запуском; б) использование только оригинальных пробирок, рассчитанных на данную скорость; в) открытие крышки во время работы для контроля процесса; г) соблюдение температурного режима; д) регулярная проверка состояния ротора и уплотнителей.	а, б, г, д. Несбалансированные пробирки вызывают вибрацию и поломку. Неподходящие пробирки могут лопнуть на высокой скорости. Температурный режим влияет на стабильность образца и ротора. Износ деталей повышает риск аварии. Открывать крышку во время работы категорически запрещено — это может привести к травме.	ОПК-4
37.	Как влияет фактор разделения на эффективность центрифугирования? Выберите верное утверждение. а) Чем выше фактор разделения, тем эффективнее разделение компонентов. б) Фактор разделения не влияет на эффективность, важна только продолжительность центрифугирования. в) При слишком высоком факторе разделения происходит разрушение клеток. г) Оптимальный фактор разделения одинаков для всех типов	а. Высокий фактор разделения увеличивает центробежную силу, ускоряя осаждение. Разрушение клеток возможно, но это частный случай при работе с хрупкими образцами. Продолжительность тоже важна, но вторична. Универсального «оптимального» фактора нет — он подбирается под задачу.	ОПК-4

	биоматериалов.		
38.	Перечислите основные типы фильтров, применяемых в биотехнологическом производстве. Выберите все верные варианты. а) мембранные фильтры; б) вакуумные фильтры; в) глубинные фильтры; г) картриджные фильтры; д) гравитационные фильтры.	а, в, г. Мембранные — тонкая очистка, глубинные — предварительная фильтрация больших объёмов, картриджные — модульная замена. Вакуумные и гравитационные — это способы создания перепада давления, а не типы фильтров.	ОПК-3
39.	От каких факторов зависит скорость фильтрования? Выберите все правильные варианты. а) перепад давления на фильтрующей перегородке; б) вязкость фильтруемой жидкости; в) размер пор фильтра; г) цвет фильтруемой среды; д) температура среды.	а, б, в, д. Перепад давления ускоряет поток, вязкость и размер пор — замедляют. Температура влияет на вязкость. Цвет не связан с гидродинамикой процесса.	ОПК-3
40.	Что такое забивание пор и как с ним борются на практике? Выберите верное описание и способ борьбы. Описание забивания пор: а) постепенное уменьшение размера пор из-за осаждения частиц; б) увеличение скорости фильтрации со временем; в) полное прекращение потока из-за блокировки пор осадком; г) образование трещин в фильтрующей перегородке. Способы борьбы: а) увеличение давления выше допустимого; б) обратная промывка или продувка; в) замена фильтра после каждой фильтрации; г) применение коагулянтов перед фильтрацией.	описание — а; способы — б, г. Забивание пор — накопление частиц в порах и на поверхности, снижающее пропускную способность. Обратная промывка удаляет осадок, коагулянты укрупняют частицы. Повышение давления может повредить фильтр, а частая замена — экономически нецелесообразна.	ОПК-3