

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Иркутский национальный исследовательский технический университет»**

Институт высоких технологий

Оценочные материалы

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

19.04.01 Биотехнология

Технология биологически активных веществ

Магистр

Очная

Документ подписан простой электронной
подписью

Составитель: Голодков Ю.Э.

Дата подписания: 23.09.2026

Документ подписан простой электронной
подписью

Руководитель структурного подразделения /

Руководитель ООП: Евстафьев Сергей

Николаевич

Дата подписания: 23.09.2026

Год набора - 2027 г.

Иркутск, 2026 г.

3 семестр/ПК-5

Множественный выбор

Автоматическая система регулирования, в которой регулирующий параметр изменяется в зависимости от отклонения регулируемого параметра от задания, называется

замкнутая система

система регулирования по отклонению
--

разомкнутая система

система регулирования по возмущению

Множественный выбор

По характеру изменения регулирующих воздействий во времени автоматические системы управления и регулирования делятся на

непрерывные

релейные

импульсные

параллельные

Множественный выбор

Способность объекта управления накапливать вещество или энергию называется
--

емкость

нагрузка

запаздывание

Множественный выбор

На функциональной схеме приборы, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации, показывают в разрыве линий коммуникаций
--

сужающие устройства

регулирующие органы

исполнительные механизмы

отборные устройства давления

Множественный выбор

Такие функции как сбор информации об измеряемых технологических параметрах; выработка управляющих воздействий на технологический процесс с целью поддержания параметров на заданных значениях; сигнализация о выходе параметров за заданные пределы выполняет

нижний уровень АСУТП
уровень датчиков, исполнительных механизмов
средний уровень АСУТП
верхний уровень АСУТП

Множественный выбор
Устройства, предназначенные для приема аналоговых и дискретных сигналов от объекта, преобразования его в цифровой вид для передачи в компьютер
устройства связи с объектами
УСО
устройства связи с датчиками
УСД

Упорядочение
Соберите в правильную последовательность экспериментальный метод вычисления коэффициентов ПИД-регулятора согласно методу затухающих колебаний
Выставляем все коэффициенты ПИД-регулятора в ноль
Увеличиваем коэффициент до появления колебаний с коэффициентом затухания 0,25
Измеряем период колебаний T
Вычисляем значения интегрального и дифференциального коэффициентов ПИД регулятора
Экспериментально уточняем величину пропорционального коэффициента

Пропущенное слово
Расходомер, принцип действия которого основан на измерении ЭДС, индуцируемой в потоке электропроводящей жидкости под действием внешнего магнитного поля – это [электромагнитный] расходомер

Пропущенное слово
Образование на поверхности некоторых материалов электрических зарядов при сжатии или растяжении - [пьезоэлектрический] эффект

Пропущенное слово
Сигнал, который может быть представлен непрерывной линией из множества значений, определенных в каждый момент времени относительно временной оси – это [аналоговый] сигнал

Соответствие
<u>Определите соответствие понятий и определений</u>
манометры
приборы для измерения избыточного давления
напоромеры
приборы для измерения малых избыточных давлений
тягомеры
приборы для измерения малых давлений разряжения
дифференциальные манометры
приборы для измерения разности двух давлений

Соответствие
<u>Определите соответствие понятий и определений</u>
точность
свойство системы поддерживать заданное значение выхода в установившемся режиме
устойчивость
свойство системы возвращаться в исходное состояние равновесия после прекращения воздействия
качество регулирования
свойство системы реагировать оптимально на изменение заданного значения
робастность
свойство системы сохранять показатели управления при любых условиях эксплуатации

Короткий ответ
Разность между заданным и действительным значениями регулируемой величины - это ошибка
управления
регулирования

Короткий ответ
Микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющее конечное количество входов и выходов, подключенных датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления
ПЛК
контроллер
программируемый логический контроллер

Короткий ответ
Программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации о технологическом объекте мониторинга или управления
SCADA
scada

3 семестр

Эссе		
Содержание задания	Критерии для оценивания	Коды компетенций
<u>Опишите этапы автоматизированного процесса стерилизации биореактора на месте (SIP). Какие параметры (температура, давление, время) и в каких точках системы жестко контролируются?</u>	Описание физики и биологии процесса, идентификация элементов КИПиА (датчики, клапаны, частотные преобразователи). Объяснение причинно-следственной связи в контуре: «изменение параметра - реакция датчика - логика контроллера - действие исполнительного механизма». Наличие понятной функциональной схемы контура или блок-схемы алгоритма	ПК-5
<u>Какие параметры биореактора необходимо контролировать в режиме on-line (непрерывно внутри среды), а какие допустимо измерять off-line, и как это влияет на качество управления процессом?</u>	Понимание динамики процесса и логики работы автоматики: - Параметры on-line имеют высокую скорость изменения. Они завязаны на жесткие контуры автоматического регулирования (PID-регуляторы). Задержка в их контроле ведет к браку или гибели культуры. - Данные off-line приходят с транспортным и аналитическим запаздыванием (от 15 минут до нескольких часов). Их нельзя использовать для мгновенного управления, но они необходимы для стратегической корректировки процесса (например, изменения скорости подачи подпитки оператором или MES-системой).	ПК-5
<u>С какими основными трудностями сталкиваются специалисты при эксплуатации датчиков растворенного кислорода и pH во время многократных циклов стерилизации?</u>	Понимание физико-химической деградации стеклянного электрода: - Высокая температура (121–134 °C) ускоряет старение и разрушение селективного стекла. - Вымывание электролита из электрода сравнения через диафрагму из-за перепадов давления. - Дрейф потенциала «нуля» и крутизны характеристики датчика после каждого цикла SIP. Понимание уязвимости конструкции датчика кислорода и знание современных инженерных решений для минимизации этих проблем	ПК-5
<u>Объясните принцип работы оптических датчиков плотности биомассы. Какие факторы могут исказить их показания в ходе ферментации?</u>	Понимание физической основы оптических измерений. Определение факторов, связанных с изменением состава самой культуральной жидкости в ходе ферментации. Определение негативных факторов, связанных с физическими процессами внутри аппарата, которые искажают результаты измерений. Знакомство с эффективными методами и способами применения современной автоматики.	ПК-5
<u>Опишите контур автоматического регулирования температуры в промышленном ферментере. Какие исполнительные механизмы задействованы при экзотермическом пике роста культуры?</u>	Правильное описание классической замкнутой схемы управления (обратной связи): датчик – контроллер – исполнительный механизм. Понимание биологической специфики процесса: в фазе экспоненциального роста микроорганизмы выделяют огромный объем тепла и автоматика переходит в режим максимального охлаждения.	ПК-5

	Демонстрация продвинутых знаний теории автоматического управления и теплопередачи (проблемы инерционности крупных ферментеров, использование предиктивного управления и т.д.)	
<u>Почему каскадное регулирование часто применяется для стабилизации уровня растворенного кислорода?</u>	Понимание того, почему обычный ПИД-регулятор не справляется с такими задачами. Понимание структуры каскада (Master/Slave или Ведущий/Ведомый). Четкое перечисление последовательности действий автоматики: - плавное регулирование частоты вращения двигателя для улучшения условий дробления пузырей; - увеличение расхода воздуха; - Обогащение подаваемого воздуха чистым кислородом в биореакторе. Демонстрация системного мышления. Студент объясняет экономические и биологические ограничения каналов управления.	ПК-5
<u>Каким образом автоматизированная система пеногашения предотвращает аварийные ситуации и потерю целевого продукта?</u>	Описание классической схемы автоматического регулирования: датчик пены - контроллер (ПЛК) - перистальтический насос. Понимание рисков, которые ликвидирует автоматика (закупорка (заливание) выхлопного фильтра, нарушение асептики и т.д.). Понимание прямых технологических и экономических потерь: - унос культуральной жидкости вместе с пеной; - оседание клеток на сухих верхних стенках реактора; - объяснение импульсного (дискретного) принципа подачи химического пеногасителя и т.д.	ПК-5
<u>В чем заключается задача программируемого логического контроллера (ПЛК/PLC) на уровне отдельного биореактора, и какую информацию он передает на уровень SCADA-системы?</u>	Четкое понимание роли контроллера как «мозга» конкретного аппарата: - опрос датчиков; - прямое управление исполнительными механизмами; - отработка локальных защит, блокировок и противоаварийной автоматики. Понимание того, какие данные уходят «наверх» для диспетчера: - текущие значения параметров (технологические переменные: температура, pH, уровень растворенного кислорода); - состояние оборудования (работает/остановлен насос, процент открытия клапана, частота вращения мешалки); - аварийные сигналы и предупреждения (Alarms) (выход параметра за критические границы, отказ датчика); - текущие уставки (Setpoints) контуров регулирования. Понимание принципа живучести системы ПЛК и SCADA.	ПК-5
<u>Опишите алгоритм действий системы автоматизации при фиксации критического отклонения давления в рубашке биореактора во время процесса стерилизации</u>	Понимание того, что фиксирует система и какие сценарии возможны: - превышение давления: риск разрыва рубашки/аппарата; - падение давления: срыв режима стерилизации (недогрев, брак всей партии). Четкое пошаговое описание логики защитных блокировок ПЛК. Описание взаимодействия уровней автоматизации (ПЛК и SCADA) и требований стандартов безопасности: - формирование в ПЛК аварийного сигнала высшего приоритета;	ПК-5

	- световая и звуковая сигнализация на локальной панели оператора и в диспетчерской SCADA; - система должна заблокировать возможность запуска любых других шагов.	
<u>Какую роль играют рецептурные модули (согласно стандарту ISA-88) при автоматизации многоцелевых биотехнологических заводов?</u>	Понимание главной идеи стандарта — разделения физического оборудования и рецептурной логики. Объяснение того, как рецептурные модули помогают производству: - позволяют быстро переводить завод с выпуска одного продукта на другой (мультипродуктовые линии) путем выбора нового рецепта в SCADA/MES; - исключают необходимость каждый раз привлекать программистов АСУ ТП для изменения технологических шагов. Понимание связи автоматизации со стандартами GMP/GAMP: - использование рецептурных модулей гарантирует повторяемость качества от партии к партии; - облегчается генерация отчетов по партии.	ПК-5