

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Автоматизации и управления»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №11 от 11 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОИЗВОДСТВОМ»

Направление: 19.03.01 Биотехнология

Промышленная биотехнология

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Голодков Юрий Эдуардович
Дата подписания: 20.05.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Елшин Виктор
Владимирович
Дата подписания: 26.05.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лозовая Татьяна
Сергеевна
Дата подписания: 05.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Системы управления биотехнологическим производством» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-4 Способность эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели сырья и получаемой продукции	ОПК ОС-4.4
ОПК ОС-5 Способность участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил	ОПК ОС-5.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-4.4	Демонстрирует способность к эксплуатации и управлению технологическим оборудованием и процессами на биотехнологическом производстве, контроля показателей сырья и готовой продукции	Знать методы и средства управления биотехнологического производства, приборы и средства автоматизации, основные понятия метрологии Уметь применять технические средства управления биотехнологическим производством Владеть навыками измерения и контроля основных технологических параметров
ОПК ОС-5.5	Разрабатывает техническую документацию в области управления производством с учетом действующих норм и правил	Знать принципы действия и построения автоматических систем управления, особенности функционирования автоматических систем управления разных типов с учетом характеристик технологического оборудования Уметь выполнять анализ свойств объектов для целей управления, выбирать структуру автоматической системы управления и выполнять расчет параметров регуляторов Владеть навыками обращения с основными типами контрольно-измерительных приборов

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Системы управления биотехнологическим производством» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Основы биотехнологии», «Промышленная биотехнология», «Процессы и аппараты биотехнологии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	88	88
лекции	22	22
лабораторные работы	44	44
практические/семинарские занятия	22	22
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	56	56
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основы теории автоматического управления биотехнологическими процессами	1, 2, 3, 4	8	1, 2, 3, 4, 5	28	1, 2, 3, 4	8	5, 6, 8	16	Отчет по лабораторной работе
2	Основы метрологии, стандартизации и сертификации	5	2			5	2	2	4	Тест
3	Элементы и системы автоматического	6, 7, 8, 9, 10	10	6, 7	12	6, 7, 8, 9	12	1, 5, 6, 7, 9	28	Отчет по лабораторной работе

	управления биотехнологическими процессами									
4	Современные системы управления биотехнологическим производством	11	2	8	4			3, 4	8	Тест
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		22		44		22		92	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Основы теории автоматического управления биотехнологическими процессами	Цели и задачи курса. Перспективы и значение автоматизации в повышении эффективности биотехнологической промышленности. Особенности автоматического управления биотехнологическими процессами. Роль автоматизации биотехнологических процессов в обеспечении безопасности производства и охраны окружающей среды, технико-экономический эффект от использования систем управления. Основные понятия и определения. Принципы управления. Математическое описание линейных систем автоматического регулирования (САР) и их элементов. Статические и динамические характеристики элементов и систем регулирования. Переходные и передаточные функции, частотные характеристики. Типовые звенья САР. Структурные схемы АСР. Объекты управления и их основные свойства. Методы определения динамических характеристик объектов управления. Анализ систем управления, основные требования (точность, устойчивость, качество регулирования, робастность). Математические основы и критерии устойчивости систем автоматического управления (САУ). Основные законы регулирования. Автоматические регуляторы. Принципы построения САР.
2	Основы метрологии, стандартизации и сертификации	Основные понятия и определения. Измерение, средства измерений (СИ), результат и погрешность измерения. Организационные, правовые, научные и методические основы метрологического обеспечения единства измерений. Функции метрологической службы предприятия. Правовые основы стандартизации; международная организация по стандартизации (ИСО); основные положения государственной системы стандартизации (ГСС). Качество продукции и

		защита потребителя; схемы и системы сертификации
3	Элементы и системы автоматического управления биотехнологическими процессами	Основные понятия и определения. Измерительные преобразователи. Классификация контрольно-измерительных приборов. Методы измерения и контроля технологических параметров. Измерение электрических величин, давления, температуры, расхода, уровня жидких и сыпучих сред. Аналоговые и цифровые системы преобразования. Вторичные приборы, исполнительные механизмы и регулирующие органы. Элементы проектирования систем автоматизации. Функциональная схема автоматизации, принципы ее построения. Выбор приборов и средств автоматизации
4	Современные системы управления биотехнологическим производством	Структура современной автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП). Концепция SCADA систем. Информационные потоки АСУТП. Аппаратная и программная реализация систем управления. Графический интерфейс. Организация взаимодействия с контроллерами

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 8

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Принципы автоматического управления. Разомкнутые и замкнутые системы	4
2	Изучение типовых динамических звеньев САР	6
3	Моделирование звеньев САР	6
4	Анализ устойчивости и качества работы САР	6
5	Исследование работы регуляторов	6
6	Определение статических и динамических характеристик различных датчиков (температуры, уровня, давления, расхода) систем автоматизации	8
7	Система автоматического регулирования температуры	4
8	Микропроцессорные системы управления технологическими процессами	4

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Типовые динамические звенья. Свойства преобразования Лапласа. Временные	2

	характеристики динамического звена	
2	Передаточная функция динамического звена. Соединения звеньев	2
3	Частотные характеристики динамического звена. Устойчивость линейных систем управления. Алгебраические и частотные критерии устойчивости	2
4	Основные законы регулирования. Настройки регуляторов	2
5	Средства измерений. Классы точности и погрешности средств измерений	2
6	Технические средства систем управления	4
7	Анализ технологического процесса как объекта автоматизации	4
8	Системы автоматизации гидромеханических, тепловых, массообменных процессов	2
9	Разработка функциональной схемы автоматизации	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение письменных творческих работ (писем, докладов, сообщений, ЭССЕ)	6
2	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	4
3	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	4
4	Итоговый тест	4
5	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	12
6	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	12
7	Подготовка презентаций	6
8	Проработка разделов теоретического материала	4
9	Расчетно-графические и аналогичные работы	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия, проблемная лекция, метод проектов, компьютерные симуляции

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=10453>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=10453>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=10453>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 8 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Отчет по лабораторной работе оценивается по четырехбалльной системе. Студент готовится к проведению лабораторной работе самостоятельно. Выполняет лабораторную работу по расписанию занятий, включая измерения и регистрацию информации. Готовит отчёт по лабораторной работе, включая расчёты, построение графиков, таблиц, заключение. Студент защищает результаты выполненной лабораторной работы.

Критерии оценивания.

Оценка отлично - студент демонстрирует умения и навыки на высоком уровне: умеет свободно выполнять лабораторные задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности

Оценка хорошо - студент демонстрирует умения и навыки на среднем уровне: освоил основные умения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации

Оценка удовлетворительно - студент демонстрирует умения и навыки на базовом уровне: допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний по отдельной компетенции, испытывает значительные затруднения при оперировании умениями и при их переносе на новые ситуации

Оценка неудовлетворительно - студент демонстрирует умения и навыки на уровне ниже базового: проявляется недостаточность умений и навыков.

6.1.2 семестр 8 | Тест

Описание процедуры.

Тестирование оценивается по четырехбалльной системе. Студент готовится к проведению теста самостоятельно. Выполняет тест на компьютере на занятии в аудитории или дистанционно.

Критерии оценивания.

Оценка отлично - число правильных ответов 90% и более

Оценка хорошо - число правильных ответов от 75 до 90 %

Оценка удовлетворительно - число правильных ответов от 60 до 75 %

Оценка неудовлетворительно - число правильных ответов менее 60%

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-4.4	Обладает знаниями методов технических измерений, способен применять контрольно-измерительные приборы для контроля параметров биотехнологического производства	Устный опрос, тестирование
ОПК ОС-5.5	Способен анализировать биотехнологический процесс как объект автоматизации, осуществлять выбор средств автоматизации для системы управления биотехнологическим производством	Устный опрос, тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в форме тестирования.

Пример задания:

При объединении последовательно соединенных типовых динамических звеньев:

- их передаточные функции умножаются
- их передаточные функции делятся
- их передаточные функции суммируются
- их передаточные функции попарно умножаются и складываются

Прибор для измерения температуры, основанный на свойстве материалов изменять свое электрическое сопротивление в зависимости от их температуры:

- термометр сопротивления
- термопреобразователь сопротивления
- полупроводниковый терморезистор
- термистор

Функции обработки сигналов от технологических датчиков, устройств верхнего уровня; управление внешними исполнительными устройствами выполняют

- программируемые логические контроллеры
- programmable logic controller
- устройства связи с объектами
- персональные компьютеры
-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
число правильных ответов 90 % и более	число правильных ответов от 75 до 90 %	число правильных ответов от 60 до 75 %	число правильных ответов менее 60 %

7 Основная учебная литература

1. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация (практикум) : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 221700 "Стандартизация и метрология" и специальностям 27.03.01, 27.04.01. "Метрология и метрологическое обеспечение" / Ю. В. Димов, 2015. - 327.
2. Попов Г. В. Физические основы измерений в технологиях пищевой и химической промышленности : учебное пособие для студентов по направлению подготовки "Стандартизация и метрология" / Г. В. Попов, Ю. П. Земсков, Б. Н. Квашнин, 2015. - 248.
3. Проектирование систем автоматизации технологических процессов : справочное пособие / А. С. Ключев [и др.], 2008. - 464.
4. Сажин С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : учебник по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" (химико-технологическая, агропромышленная отрасли) / С. Г. Сажин, 2014. - 360.
5. Шишов О. В. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие по техническим направлениям подготовки (квалификация "бакалавр") / О. В. Шишов, 2018. - 395.
6. Хапусов В. Г. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / В. Г. Хапусов, П. Р. Ершов, 2013. - 300.
7. Половнева С. И. Средства технологических измерений : электронный курс / С. И. Половнева, 2023
8. Хабаров С. П. Основы моделирования технических систем. Среда Simintech : учебное пособие / С. П. Хабаров, М. Л. Шилкина, 2022. - 120.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Пелевин В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Пелевин, 2022. - 273.
2. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech : практикум по моделированию систем автоматического регулирования / Б. А. Карташов [и др.], 2017. - 424.
3. Карташов Б. А. SimInTech: Применение информационных технологий в автоматическому управлению : учебное пособие / Б. А. Карташов, Е. А. Шабаев, 2025. - 580.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
2. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010_(артикул 021-09683)
3. SiminTech Academic Classroom

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 311198 Вольтметр универсальный В7-16А
2. Прибор для измер.расхода воды
3. Стенд учебный по вторичной и функциональной аппаратуре СУВФ
4. Метран100-датчик давления+метран681-HART
5. измеритель температуры ТРМ с адаптером
6. Влагомер МПР51-01
7. Измеритель расхода жидкостей и газа
8. 311035 Сигнализатор уровня
9. Стенд проверки тепловычислителя ВзлетТСПВ-043
10. Датчик давления Метран 100 00-000000000051963
11. Датчик давления Сапфир 22 00-000000000051965
12. Измеритель влажности Логгер 100ТВ-1 00-000000000051962
13. Регулятор температуры ИРТ 5930 00-000000000051961
14. Термометр сопротивления Метран 286-02 00-000000000051960
15. Терморегулятор ТРМ-212 00-000000000051966
16. Эталонный модуль давления ПДЭ-010 00-000000000051964
17. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
18. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП

19. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
20. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
21. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Тб/PCI-E 1TB GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
22. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
23. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
24. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
25. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
26. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
27. Проектор BenQ M*520
28. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
29. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
30. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
31. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
32. Компьютер Intel i3/Мб ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП