

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Химическая технология»

«СОГЛАСОВАНО»  
Декан факультета ФЭ  
\_\_\_\_\_/ Н.М. Верещагин  
« 25 » \_\_\_\_\_ 2020 г

Заведующий кафедрой ХТ  
\_\_\_\_\_/ В.В. Коваленко  
« 25 » \_\_\_\_\_ 2020 г



«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор РОПиМД  
\_\_\_\_\_/ А.В. Корячко  
« 25 » \_\_\_\_\_ 2020 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины

**Б1.О.25 «Основы автоматизации технологических процессов»**

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) подготовки  
Химическая технология природных энергоносителей  
и углеродных материалов

Уровень подготовки

**Бакалавриат**

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – заочная

Рязань 2020 г

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Минобрнауки № 1005 от 11.08.2016 г.

Разработчик  
к.т.н., доцент



В.В. Коваленко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ  
протокол № 8 от 22.05, 2020г

Заведующий кафедрой  
«Химическая технология»,  
к.т.н., доцент



В.В. Коваленко

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

Рабочая программа по дисциплине «Основы автоматизации технологических процессов» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академического бакалавриата «Химическая технология», разработанной в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1005.

*Цель изучения дисциплины:* формирование современных знаний по принципам построения, методам анализа и синтеза систем автоматического регулирования химико-технологических процессов.

*Задачи изучения дисциплины:*

- изучить математический аппарат для описания систем автоматизации технологических процессов;
- освоить методы синтеза систем регулирования с помощью программных продуктов;
- определять оценки качества функционирования замкнутых систем регулирования параметров технологических процессов.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;	<u>Знать:</u> основные понятия теории автоматического регулирования технологическими процессами; <u>Уметь:</u> определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; <u>Владеть:</u> методами регулирования химико-технологических процессов;
ПК-6	способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-6);	<u>Знать:</u> статические и динамические характеристики объектов управления;; <u>Уметь:</u> выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; <u>Владеть:</u> пакетами прикладных программ по расчету линейных автоматических систем.
ПК-11	способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11)	<u>Знать:</u> характеристики замкнутых систем регулирования; <u>Уметь:</u> устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса; <u>Владеть:</u> методами регулирования химико-технологических процессов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы автоматизации технологических процессов» относится к основной части блока 1 учебного плана ОПОП профессионального цикла дисциплин, базируется на курсах цикла математических и естественнонаучных дисциплин.

Для освоения дисциплины необходимы знания по математике, информатике, математическим методам в химической технологии.

*Пререквизиты дисциплины.* Для изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:** численные и аналитические методы решения дифференциальных уравнений;

**уметь:** обрабатывать текстовую и графическую информацию в Microsoft Office и в SMath Studio;

**владеть:** программными продуктами, в частности SMath Studio, SciLab для синтеза и анализа замкнутых систем управления.

*Взаимосвязь с другими дисциплинами.* Курс « Основы автоматизации технологических процессов» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: «Математика», «Информатика», «Математические методы в химической технологии» .

Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков бакалавра для успешной профессиональной деятельности.

*Постреквизиты дисциплины.* Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины, необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Системы управления технологическими процессами», «Преддипломная практика», «Научно-исследовательская работа».

Дисциплина «Основы автоматизации технологических процессов» является базой для итоговой аттестации, а в том числе для подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы.

Дисциплина «Основы автоматизации технологических процессов» (Б1.О.25) является обязательной, относится к основной части блока №1. Дисциплина изучается по заочной форме обучения (5 лет обучения) и (5 лет обучения) на 2 курсе.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (ЗЕ) или 144 часа.

Вид учебной работы	Очная Форма 4 се- местр	Заочная 2 курс
Лекции	32	8
Лабораторные	16	4
Практические	16	4
Иная контактная работа	0,65	0,65
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2
Итого ауд.	66,65	18,65
Контактная работа	66,65	18,65
Сам. работа	21,3	105,3
Часы на контроль	44,35	8,35
Письменная работа на курсе	11,7	11,7
Итого	144	144
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Содержание разделов дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1 Основные понятия управления технологическими процессами;	Основные понятия и определения. Примеры систем управления
2 Динамические характеристики линейных систем	Дифференциальные уравнения. Составление математической модели. Переходная характеристика. Импульсная переходная функция. Передаточная функция. Частотные характеристики.
3 Структурный метод	Типовые динамические звенья. Пропорциональное (усилительное) звено. Дифференцирующее звено. Интегрирующее звено. Аперiodическое звено. Форсирующее звено. Звено второго порядка. Структурные схемы. Структурные преобразования. Последовательное соединение звеньев. Параллельное соединение звеньев. Обратная связь. Правило переноса. Переход от передаточной функции к дифференциальному уравнению.
4 Устойчивость линейных непрерывных систем	Условия устойчивости линейных систем. Необходимое условие устойчивости. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста. Области и запасы устойчивости. Основные понятия и определения. Частотные оценки запаса устойчивости. Корневые оценки запаса устойчивости.
5 Анализ процессов линейных систем	Показатели качества переходных процессов. Ошибка регулирования. Быстродействие. Перерегулирование. Интегральные оценки Анализ статических режимов. Статические системы. Астатические системы. Следящие системы (системы позиционирования).
6 Типовые законы регулирования	Позиционный регулятор. Пропорциональный регулятор. Интегральный регулятор. Пропорционально-интегральный регулятор. Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор. Выбор алгоритма регулирования. Расчет параметров регулятора.

#### 4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

##### Заочная форма обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем						Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	практич. занятия	лабораторные работы	ИКР	конс перед экз	
1	Основные понятия управления технологическими процессами;	19	2	1	1				17
2	Динамические характеристики линейных систем	21	4	2	1	1			17
3	Структурный метод	19	2	1		1			17
4	Устойчивость линейных непрерывных систем	24,3	4	2	1	1			20,3
5	Анализ процессов линейных систем	19	2	1		1			17
6	Типовые законы регулирования	19	2	1	1				17
	Часы на контроль (экз)	10,7	2,35				0,35	2	8,35
	Курсовой проект	12	0,3				0,3		11,7
ВСЕГО		144	18,65	8	4	4	0,65		125,35

#### 4.3 Требования к выполнению курсовой работы

Курсовой проект (КП) выполняется по передаточной функции объекта управления и трем типам регуляторов: П, ПИ, ПИД.

В курсовом проекте студенты используют теоретический материал курса и навыки расчетов, приобретенные на лабораторных занятиях.

Курсовой проект включает следующие разделы:

1. Определение дифференциального уравнения и передаточной функции замкнутой системы.
2. Построение частотных характеристик объекта управления.
3. Определение оптимальных параметров регуляторов.
4. Анализ устойчивости оптимальной системы регулирования.
5. Анализ полученных результатов.
6. Графическая часть.

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебные пособия, рекомендуемые для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Основы автоматизации технологических процессов», содержат необходимый теоретический материал, задачи для решения и контрольные вопросы по каждому из разделов дисциплины. Результаты решения задач и ответы на вопросы тестовых заданий контролируются преподавателем на предмет оценки формирования контролируемых компетенций.

1. Востриков А.С. Теория автоматического регулирования: Учеб. Пособие для Вузов/ А.С. Востриков, Г.А. Французова - М.: Высш. шк., 2004. – 365 с.
2. Гаврилов А.Н. Системы управления химико-технологическими процессами. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.В. Пятаков. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. — 220 с. — 978-5-00032-042-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47452.html>.
3. Гаврилов А.Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы) [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.П. Барметов, А.А. Хвостов. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 244 с. — 978-5-00032-176-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50645.html>. — ЭБС «IPRbooks».
4. Жмудь В.А. Моделирование, исследование и оптимизация замкнутых систем автоматического управления [Электронный ресурс] : монография / В.А. Жмудь. — Электрон. текстовые данные. — Новоси-

бирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 336 с. — 978-5-7782-2162-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45404.html>.

5. Решетняк Е.П. Лабораторный практикум по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами». Методическое пособие для студентов специальности 240900 – «Биотехнология». Часть 1 [Электронный ресурс] / Решетняк Е.П., Алейников А.К. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, 2009. — 88 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8150.html>. — ЭБС «IPRbooks».

6. Герасимов, А.В. Выпускная квалификационная работа по автоматизации технологических процессов и производств в химической и нефтехимической промышленности: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Герасимов, И.Н. Терюшов. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2014. — 220 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73242>. — Загл. с экрана.

7. Сборник задач по теории автоматического управления под ред. В.А. Бессекерского, издание пятое, издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М., 1978, 512 с

## **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Основы автоматизации технологических процессов»).

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Гаврилов А.Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы) [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.П. Барметов, А.А. Хвостов. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 244 с. — 978-5-00032-176-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50645.html>

2. Павлов Ю.Л. Системный анализ химико-технологических процессов как объектов управления и методы настройки регуляторов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Л. Павлов, Н.Н. Зиятдинов, Д.А. Рыжов. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 88 с. — 978-5-7882-1381-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62273.html>.

3. Решетняк Е.П. Системы управления химико-технологическими процессами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.П. Решетняк, А.К. Алейников, А.В. Комиссаров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский военный институт биологической и химической безопасности, Вузовское образование, 2008. — 416 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8144.html>

4. Решетняк Е.П. Лабораторный практикум по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами». Методическое пособие для студентов специальности 240900 – «Биотехнология». Часть 1 [Электронный ресурс] / Решетняк Е.П., Алейников А.К. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, 2009. — 88 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8150.html>. — ЭБС «IPRbooks»

5. Ерофеева, Е.В. Системы управления химико-технологическими процессами [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Е.В. Ерофеева, Б.А. Головушкин. — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ, 2009. — 40 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4467>. — Загл. с экрана.

### **б) дополнительная литература:**

1. Ерин С.В. Автоматизация инженерных расчётов с использованием пакета Scilab [Электронный ресурс] : практическое пособие / С.В. Ерин, Ю.Л. Николаев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Русайнс, 2015. — 184 с. — 978-5-4365-0486-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48865.html>

2. Жмудь В.А. Моделирование, исследование и оптимизация замкнутых систем автоматического управления [Электронный ресурс] : монография / В.А. Жмудь. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 336 с. — 978-5-7782-2162-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45404.html>

3. Решетняк Е.П. Автоматизированные системы управления технологическими процессами [Электронный ресурс] : конспект лекций для студентов специальности «Технология молока и молочных продуктов» / Е.П. Решетняк. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, 2009. — 168 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8142.html>

4. Музыкаева И.В. Компьютерное исследование линейных систем автоматического управления. Часть 3. Простейшие системы автоматического управления. Устойчивость линейных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Музыкаева. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 81 с. — 978-5-88247-665-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55100.html>

5. Гаврилов А.Н. Системы управления химико-технологическими процессами. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.В. Пятаков. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воро-

нежский государственный университет инженерных технологий, 2014. — 220 с. — 978-5-00032-042-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47452.html>

6. Основы автоматизации технологических процессов [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проекту/Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Вик.В. Коваленко, Н.Ю. Кулавина, Г.А. Шашкина. Рязань, 2018. 24 с. . — Режим доступа: <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/5250>

7. Ерофеева, Е.В. Системы управления химико-технологическими процессами [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Е.В. Ерофеева, Б.А. Головушкин. — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ, 2009. — 40 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4467>. — Загл. с экрана.

## **8 Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет**

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>

2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

3. Электронная библиотека РГРТУ.

4. Электронный каталог.

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Материал каждой лекции рекомендуется изучать в день ее прочтения лектором, когда она еще не забыта. При этом необходимо использовать конспект и рекомендованную литературу. Использовать литературу необходимо для углубленного изучения материала лекции и для уточнения тех мест, которые в конспекте оказались записанными недостаточно понятно. В конспекте каждой лекции необходимо оставлять чистое место и конспектировать в нем изученную литературу, чтобы при подготовке к текущей, промежуточной или итоговой аттестации можно было повторить всю тему. Лектором в течение всего семестра проводятся консультации по лекционному материалу.

Каждую тему, предусмотренную планом самостоятельной работы, следует изучать самостоятельно в течение отведенных для ее изучения двух недель с помощью рекомендованной литературы. Все возникающие при этом вопросы надо записывать, чтобы получить на них ответы на консультации. По каждой теме для каждой учебной группы лектор проводит консультации в конце ее изучения (один раз в две недели). Расписание консультаций вывешивается на весь семестр на доске объявлений лаборатории по дисциплине. В конце консультации проводится тест по теме, при успешном прохождении которого тема считается изученной.

К каждой лабораторной работе необходимо готовиться с помощью конспекта лекций по теме работы, изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. Необходимо подготовить и шаблон отчета, чтобы за время, отведенное для выполнения работы, можно было оформить отчет, защитить и сдать его.

В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало, поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра.

Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

## **10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 «Химическая технология», ОПОП «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» при изучении студентами дисциплины «Основы автоматизации технологических процессов» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных технологий проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой преподавателя и студента.

Изучение дисциплины предусматривает применение активных форм проведения занятий с целью формирования и развития общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

При проведении самостоятельной работы обучающихся используются следующие информационные технологии:

– доступ в сеть Интернет, обеспечивающий поиск актуальной научно-методической и научно-технической информации;

– необходимое программное обеспечение для выполнения программы дисциплины, установленное в вузе, а также для выполнения самостоятельной работы в домашних условиях;

Необходимое программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Пакет Microsoft Office или Open Office
3. Свободно распространяемые программы . SMathStudio, Scilab/xCos.
4. Система дистанционного обучения (заочное образование).

При организации самостоятельной работы студентов используется комплекс учебных и учебно-методических материалов в сетевом доступе (программа, методические пособия, список рекомендуемых источников литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме и вопросы для самоконтроля).

Принятая технология обучения базируется на интерактивной работе в аудитории, когда в процессе лекций, лабораторных и практических занятий, дополняемых самостоятельной работой обучаемых, в том числе и с участием преподавателя, выполняется серия экспресс-заданий, совокупность которых позволяет практически применить полученные знания, развивая компетенции, предусмотренные для данной дисциплины.

Проведение ряда занятий осуществляется с использованием компьютеров и мультимедийных средств, наглядных пособий, а также раздаточных материалов.

После изучения отдельных разделов дисциплины осуществляется проведение рубежного контроля усвоения материала студентами в виде заданий, предусматривающих самостоятельное решение задач и ответов на тестовые задания.

### **10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для освоения дисциплины необходимы:

1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;

2) для проведения практических и лабораторных занятий необходим класс персональных компьютеров с установленными операционными системами Microsoft Windows XP (или выше), пакет Microsoft Office и установленным свободно распространяемым программным обеспечением SMathStudio, Scilab/xCos;

3) для проведения лекций и практических занятий аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Прочее

-рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;

-рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.