

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Автоматизация технологических процессов

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

---

Направленность образовательной программы

Химическая технология для микроэлектроники

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.03.01 Автоматизация технологических процессов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н-1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н-2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	ПК-1-н-1: Знать современные разработки прикладного программного обеспечения; Уметь применять современные разработки прикладного программного обеспечения; выбирать соответствующие методы решения экспериментальных и теоретических задач; интерпретировать и применять полученные результаты анализа Владеть навыками интерпретации полученных результатов в производственной деятельности  ПК-1-н-2: Знать: аппаратное оформление технологического процесса и средства для контроля параметров процесса Уметь: осуществлять подбор оборудования для проведения технологического процесса Владеть: навыками управления параметрами технологического процесса;	Кolloквиум	Зачёт: Контрольные вопросы

ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных ПК-2-н-2: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1: Знать основы аналогового и цифрового управления базового технологического оборудования, эффективные алгоритмы решения сформулированных задач Уметь анализировать автоматизированные системы контроля, разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач Владеть применять современные разработки прикладного программного обеспечения; выбирать соответствующие методы решения экспериментальных и теоретических задач  ПК-2-н-2: Знать: методы планирования и проведения экспериментальных исследований Уметь: проводить обработку и интерпретацию результатов экспериментальных исследований; Владеть: методами выполнения наблюдений и измерений с учетом требований техники безопасности	Коллоквиум	Зачёт: Контрольные вопросы
---	--	--	------------	-------------------------------

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	36
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	36
- КСР	1

самостоятельная работа	35
Промежуточная аттестация	0
	Зачёт

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Введение.	13	4	4	8	5
Математическое моделирование САУ	22	8	8	16	6
Элементы теории функций комплексного переменного.	30	12	12	24	6
Передаточные функции.	22	8	8	16	6
Показатели качества	10	2	2	4	6
Устойчивость САУ	10	2	2	4	6
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	36	36	73	35

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1.1 Введение. Управление технологическим процессом. Основные понятия, терминология.

Тема 1.2 Алгоритм управления. Классификация САУ

Тема 2.1 Методы математического описания САУ.

Тема 2.2 Дифференциальные уравнения САУ

Тема 3.1 Элементы теории функций комплексного переменного. Комплексные числа. Операторное исчисление.

Тема 3.2. Преобразования Лапласа

Тема 4.1 Передаточные функции. Характеристики динамического звена

Тема 5.1 Показатели качества. Методы оценки качества систем управления.

Тема 6.1 Устойчивость САУ. Критерии устойчивости

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Звонилов Виктор Иванович. Линейная алгебра. Вопросы : учебно-методическое пособие / В. И. Звонилов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2024. - 23 с. - Текст : электронный.

Панкратов Евгений Леонидович. Введение в теорию функций комплексного переменного : учебно-методическое пособие / Е. Л. Панкратов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2020. - 12 с. - Текст : электронный.

Тихов Михаил Семенович. Построение вероятностных моделей : учебно-методическое пособие / М. С. Тихов, Н. В. Капкаев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2022. - 133 с. - Текст : электронный.

Панкратов Евгений Леонидович. Операции над функциями многих переменных : учебное пособие / Е. Л. Панкратов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2022. - 112 с. - Текст : электронный.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:**

1. Динамические звенья и их передаточные функции
2. Нелинейные САУ. Уравнения нелинейных элементов. Уравнения НСАУ. Нелинейная САУ температуры.
3. Нелинейные САУ. Особенности процессов в НСАУ.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:**

1. Принцип работы статической системы автоматического управления на примере.
2. Что такое устойчивость систем автоматического управления.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Задание выполнено на 100%. Дан верный ответ на 2 вопроса, без недочетов. Даны обширные ответы с обоснованиями. Студент обладает знаниями и умениями требуемыми для решения заданий, без использования дополнительных материалов.
отлично	Задание выполнено на 100%. Дан верный ответ на 2 вопроса, без недочетов. Студент обладает знаниями и умениями требуемыми для решения заданий, без использования дополнительных материалов.

Оценка	Критерии оценивания
очень хорошо	Задание выполнено более чем на 80%. Дан верный ответ на 2 вопроса, без недочетов. Студент проявил умения, требуемые для поиска нужного материала для решения задания.
хорошо	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%. Дан верный ответ на 2 вопроса, но с недочетами. Студент проявил умения, требуемые для поиска нужного материала для решения задания.
удовлетворительно	Задание выполнено более чем на 20%, но менее чем на 50%. Дан верный ответ только на 1 вопрос. Студент имеет затруднения при ответе, однако проявил умения, требуемые для поиска нужного материала для решения задания.
неудовлетворительно	Задание выполнено менее чем на 20%. Полностью верный ответ не дан ни на один вопрос. Студент не проявил знаний и умений, требуемых для поиска нужного материала для решения задания.
плохо	Задание не выполнено. Полностью верный ответ не дан ни на один вопрос. Студент не проявил знаний и умений, требуемых для поиска нужного материала для решения задания.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные

	вследствие отказа обучающегося от ответа	умения. Имели место грубые ошибки	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Автоматическое управление. Объект управления.
2. Классификация объектов управления.
3. Фундаментальные принципы управления.
4. Алгоритм управления. Законы регулирования.
5. Классификация АСР.
6. Математическое описание свойств системы. Статические и динамические характеристики.
7. Динамическое звено. Порядок составления дифференциального уравнения динамического звена.
8. Линеализация дифференциального уравнения.
9. Стандартные формы записи дифференциального уравнения звена.
10. Составление дифференциального уравнения САУ по дифференциальным уравнениям звеньев.

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Теория функции комплексного переменного.
2. Преобразование Лапласа.
3. Определение устойчивости САУ.
4. Критерий устойчивости.
5. Корневой критерий устойчивости.
6. Критерий устойчивости Гурвица.
7. Критерий устойчивости Михайлова.
8. Определение качества управления.
9. Оценка качества переходного процесса.
10. Прямые показатели качества.
11. Что такое передаточная функция ?
12. Структурная схема.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно».
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо».

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники / Воротынцев В.М., Скупов В.Д. - Москва :



Проспект, 2017., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=651322&idb=0>.

2. Федоров А. Ф. Системы управления химико-технологическими процессами : Учебное пособие. Системы управления химико-технологическими процессами : Учебное пособие / Федоров А. Ф., Кузьменко Е. А. - 2-е изд. - Томск : ТПУ, 2015. - 224 с. - Допущено Учебно-методическим объединением по образованию в области химической технологии и биотехнологии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «Химическая технология» и «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТПУ - Химия. - ISBN 978-5-4387-0552-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=716890&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Петрова Ирина Владимировна. Автоматизация технологических процессов и производств : Учебно-методическая литература / Министерство финансов Московской области; Министерство финансов Московской области. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2020. - 84 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-7782-4329-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=833087&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. MasterOPC Universal Modbus Server Demo v5
2. MasterSCADA v 3.12 программный пакет для проектирования систем диспетчерского управления и сбора данных (бесплатная версия).
3. CODESYS V3.5 SP17 Patch 3 и CODESYS V3.5 SP5 Patch 5 инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации (бесплатная версия).
4. Owen OPC server v 1.10
5. Kinco DTools v4.1
6. Trace Mode 7 IDE Base

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: «Учебно-лабораторный интерактивный комплекс "Химическая технология для микроэлектроники", созданный на базе специального образовательного пространства «Опытное производство малотоннажных высокочистых веществ и материалов» для проведения практических и лабораторных занятий», предусмотренных программой, оснащенное чистым помещением ИСО 5 для проведения синтеза и анализа прекурсоров для микроэлектроники

высокотехнологичным оборудованием: ОВЕН ТРМ201, ОВЕН АС4, ЭЛЕМЕР-EL-4019, ОВЕН ДТПК011, ОВЕН ДТС014-50М, ОВЕН СМИ2, Блок питания MEAN WELL HDR-30-24, ОВЕН ИТП-11.3Л, ОВЕН ПД100, Датчик давления цифровой SENTEC PM420, Измеритель расхода газа BRONKHORST FG-111B-AGD, Блок ввода KMRXXT SP-4014, Блок вывода KMRXXT SP-4024, Преобразователь давления Элемер ПДЭ 020-ДА, Преобразователь влажности газа (точки

росы)

вычислительными ресурсами: 8 персональных компьютеров Количество ядер процессора: 6 штук, Количество потоков процессора: 12 штук, Объем кэша L3 процессора: 12 МБ, Техпроцесс процессора: 14 нм, Базовая частота процессора: 2.6 ГГц, Максимальная частота процессора: 4.4 ГГц, Суммарный объем памяти всего комплекта оперативной памяти 16 ГБ, специализированным прикладным программным обеспечением: 1. Программа «ПАССАТ-базовый» (учебная версия) 2. AutoDesk – AutoCAD, Inventor (учебная версия) 3. Компас-график, Компас-3D (учебная версия) 4. CODESYS — инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации (бесплатная версия). офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Петухов Антон Николаевич, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Князев Александр Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.