

УТВЕРЖДАЮ  
 Первый проректор,  
 проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«30» 06 2020

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Б1.В.04</b>	<b>Методы оптимизации сложных систем</b>
(Индекс дисциплины)	(Наименование дисциплины)
Кафедра: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	Автоматизации производственных процессов
Код	Наименование кафедры
Направление подготовки:	<u>15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств</u>
Профиль подготовки:	<u>Автоматизация и управление</u>
Уровень образования:	<u>Магистратура</u>

**План учебного процесса**

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>144</b>		
	Аудиторные занятия	<b>68</b>		
	Лекции	17		
	Лабораторные занятия	17		
	Практические занятия	34		
	Самостоятельная работа	40		
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	2		
	Зачет с оценкой			
	Контрольная работа			
	Курсовой проект			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>4</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная		<b>4</b>										
Очно-заочная												
Заочная												

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области оптимизации систем управления технологическими объектами.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Освоить основные положения теории оптимизации.
- Изучить основные методы теории оптимизации.
- Изучить методику применения методов теории оптимизации при анализе и синтезе объектов управления.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-16	Способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологических научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления	1
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: Методику проведения математического моделирования процессов, средств и систем автоматизации Уметь: Выполнять математическое описание процессов и систем автоматизации Владеть: Навыками оптимизации технологических процессов		

## 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Математическое моделирование (ПК-16)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1.</b> Математическое программирование, его место в задачах исследования процессов и систем управления.			
Тема 1. Постановка задач линейного программирования (ЛП), примеры, эквивалентные формы записи, геометрический смысл, методы решения, двойственная задача, целочисленное ЛП	18		
Тема 2. Нелинейное программирование (НЛП) – постановка задач и особенности, одномерная оптимизация, выпуклое программирование, градиентные методы, метод штрафных функций, метод возможных направлений	16		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Текущий контроль 1 (опрос)</b>	2		
<b>Учебный модуль 2. Вариационное исчисление</b>			
Тема 3. Постановка и примеры вариационных задач	16		
Тема 4. Решение простейшей вариационной задачи, задача о брахистохроне, учет ограничений, задача о равновесии тяжелой нити.	18		
<b>Текущий контроль 2 (опрос)</b>	2		
<b>Учебный модуль 3. Оптимальное управление</b>			
Тема 5. Принцип максимума - постановка задач, принцип максимума в задаче об оптимальном быстродействии теории, пример – оптимальный регулятор уровня	16		
Тема 6. Динамическое программирование – постановка задач и примеры, траектории в пространстве состояний, принцип оптимальности, алгоритм динамического программирования, график установки оборудования	18		
<b>Текущий контроль 3 (опрос)</b>	2		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	<b>36</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	4				
2	2	2				
3	2	4				
4	2	2				
5	2	2				
6	2	3				
<b>ВСЕГО:</b>		17				

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Линейное программирование	2	6				
2	Нелинейное программирование	2	6				
3	Примеры постановок вариационных задач	2	4				
4	Решение вариационных задач	1	6				
5	Принцип максимума	2	6				
6	Динамическое программирование	1	6				
<b>ВСЕГО:</b>			34				

#### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Алгоритмы линейного программирования.	2	4				
2	Алгоритмы нелинейного программирования.	2	5				
5	Задачи оптимального быстродействия	2	4				
6	Динамическое программирование	2	4				
<b>ВСЕГО:</b>			17				

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

#### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	Опрос	2	3				

#### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала лекций	1	20				
Подготовка к практическим (семинарским) и лабораторным занятиям	1	20				
Подготовка к экзамену	1	36				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>76</b>				

#### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

##### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Разбор конкретных ситуаций	6		
Практические и семинарские занятия	Дискуссия	17		
Лабораторные занятия	Учебный эксперимент	17		
<b>ВСЕГО:</b>		<b>40</b>		

## 7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: Посещение лекций, лабораторных и практических занятий, прохождение промежуточного опроса	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 балла за каждое занятие (всего 34 занятия), максимум 68 баллов</li> <li>• 2 балла за каждый правильный ответ на вопрос текущего контроля (всего 8 вопросов), максимум 16 баллов</li> <li>• 2 балла за своевременное выполнение лабораторной работы с представлением отчета (максимум 16 баллов)</li> </ul>
2	Участие в студенческой конференции с публикацией тезисов доклада	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 баллов за выступление на конференции, либо до 100 баллов за доклад, занявший одно из первых трех мест на конференции, максимум 100 баллов.</li> </ul>
4	Сдача экзамена	50	Ответ на вопросы зачета (полнота, владение терминологией, затраченное время) – максимум 100 баллов.
<b>Итого (%):</b>		100	

### Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60	3 (удовлетворительно)	
40 – 50		
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
1 – 16		
0		

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Авербух Ю.В. Простейшие задачи вариационного исчисления [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Ю.В. Авербух, Т.И. Сержникова— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014.— 41 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65975.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Давыдов А.Н. Линейное программирование: графический и аналитический методы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Н. Давыдов— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 106 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43184.html>.— ЭБС «IPRbooks»

#### б) дополнительная учебная литература

3. Кириллов Ю.В. Прикладные методы оптимизации. Часть 1. Методы решения задач линейного программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.В. Кириллов, С.О. Веселовская— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 235 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45430.html>.— ЭБС «IPRbooks»

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

1. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2015811](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811), по паролю.

2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=2014550](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550), по паролю **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://publish.sutd.ru/>
2. <http://www.iprbookshop.ru> ЭБС «IPRbooks»

#### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Windows 10, OfficeStd

#### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- 1 Компьютерный класс кафедры АПП

#### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Не предусмотрены

### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами
Практические занятия	На практических занятиях разъясняются задачи и проводятся дискуссии по основным темам дисциплины.
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами. На лабораторных работах изучается процесс или объект с учетом случайных факторов
Самостоятельная работа	Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, а также подготовки к зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством преподавателя. При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя

### 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

##### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-16/1	- Излагает возможные подходы к методике составления математических моделей технологических процессов. - Проводит математическое моделирование для задач автоматизации. - Осуществляет анализ сложных систем с использованием методов оптимизации.	Вопросы для устного собеседования  и кейс-задание	Перечень вопросов для устного собеседования(8)  кейс-задания (4).

## 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

### Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Устное собеседование
86 - 100	5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.
75 – 85	4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный.
61 – 74		Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.
51 - 60	3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам.
40 – 50		Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание важных терминов.
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки.
1 – 16		Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины.
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки)

## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов
1	Постановка задач линейного программирования (ЛП)
2	Методы решения задач ЛП
3	Нелинейное программирование (НЛП) – постановка задач и особенности
4	Методы решения задач НЛП
5	Постановка и примеры вариационных задач
6	Решение простейшей вариационной задачи
7	Принцип максимума - постановка задач
8	Динамическое программирование – постановка задач и примеры

### 10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Доклады не предусмотрены

### Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Что такое каноническая и естественная формы задачи линейного программирования	В канонической форме все ограничения имеют вид равенств; в естественной форме все ограничения имеют вид нестрогих неравенств одного знака. Целевая функция подчинена требованию:

		$\sum_{i=1}^n c_1 x_i \rightarrow \max(\min)$ <p>в обоих случаях.</p>
2	Основные принципы, на которых основан симплекс-метод	
3	Особенности задач нелинейного программирования	
4	Примеры вариационных задач	

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета, защите курсового проекта и ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

\*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

**10.3.3. Особенности проведения экзамена**

- Не допускается использование текста лекций и других справочных материалов.
- Время на подготовку ответа на экзамене превышает 40 минут