

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**2020 г.  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

**Методы и теория оптимизации**

Направление подготовки/ специальность	15.04.06 – Мехатроника и робототехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Управление робототехническими комплексами и мехатронными системами		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование – магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		

Зав. кафедрой – руководитель ОАР		Филипас А.А.
Руководитель ООП		Мальшенко А.М.
Преподаватель		Воронин А.В.

2020 г.

## 1. Роль дисциплины «Методы и теория оптимизации» в формировании компетенций выпускника:

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код	Наименование
УК(У)-2	Способность определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК(У)-2.38	Знает основные методы оптимизации, в том числе оптимального управления
		УК(У)-2.39	Знает основные методы оптимального использования ограниченных ресурсов
		УК(У)-2.У1	Умеет формировать критерии для оценки успешности решения поставленной цели и ограничения, сопутствующие ее достижению
ОПК-2 ОПК(У)-2	Владение в полной мере основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств	ПК(У)-2.В	Знает основные математические методы оптимизации
ПК(У)-2.У2		Умеет применять физико-математический аппарат при описании и исследованиях технических устройств и систем	
ПК(У)-2.В2		Владеет опытом исследования состояний и процессов в разрабатываемых устройствах и системах с использованием их математических моделей	
ПК-2 ПК(У)-2	Способность использовать имеющиеся программные пакеты и при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования	ПК(У)-2.31	Знает возможности математической системы Matlab в части математического описания, анализа и синтеза объектов и систем управления в мехатронных и робототехнических системах

## 2. Показатели и методы оценивания

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Владение методами разработки и исследования оптимальных систем управления роботом и мехатронных устройств	УК(У)-2 ПК(У)-2
РД-2	Умение использовать аналитические, имитационные и экспериментальные инструменты при проектировании мехатронных и робототехнических систем	УК(У)-2 ПК(У)-2
РД-3	Знание принципов построения и основных схем систем оптимальных систем управления динамическими объектами	УК(У)-2 ПК(У)-2
РД-4	Владение программными инструментами анализа и синтеза оптимальных систем управления для мехатронных и робототехнических объектов	ПК(У)-2

## 3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

#### Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

#### Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

#### 4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Коллоквиум	<p>Типовые вопросы к коллоквиумам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Системы оптимальные и адаптивные. Особенности постановки и решения задачи.</li> <li>2. Математическое программирование, вариационное исчисление, теория оптимального управления. Какие задачи решает каждое из направлений? В чем их отличие?</li> <li>3. Понятие оптимизации в технике. Примеры постановки задач оптимизации.</li> <li>4. Понятие стационарной точки функции. Как определить, является ли стационарная точка</li> </ol>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>точкой максимума, минимума или перегиба?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Критерий оптимизации. Основные способы формирования критерия при комплексных требованиях к системе.</li> <li>6. Структура оптимизационных задач на примере задач одномерной и многомерной оптимизации.</li> <li>7. Прямые методы безусловной одномерной оптимизации. Метод «Золотого сечения».</li> <li>8. Метод полиномиальной аппроксимации нулевого порядка.</li> <li>9. Метод половинного деления нулевого порядка.</li> <li>10. Метод множителей Лагранжа для решения задачи условной одномерной оптимизации</li> </ol>
2.	Контрольная работа	<p>Типовые задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кирпичные заводы А и В снабжаются песком из карьеров С и Д. Потребность завода А – 40 т. песка, завода В – 50 т. в день. Карьер С производит в день 70 т. песка, карьер Д – 30 т. Известна стоимость перевозки 1 т. песка от каждого карьера к каждому заводу. С карьера С к заводу А – 200 р., с карьера С к заводу В – 400 р. С карьера Д к заводу А – 300 р., с карьера Д к заводу В – 250 р. Спланировать перевозки так, чтобы затраты были наименьшими. Построить математическую модель задачи. Привести задачу к канонической форме.</li> <li>2. На склады А и В прибыло по 30 комплектов мебели. Известно, что перевозка одного комплекта со склада А в магазины С, D, E соответственно стоит 100 руб., 300 руб., 500 руб., а перевозка со склада В в те же магазины стоит соответственно 200 руб., 500 руб., 400 руб. Необходимо доставить по 20 комплектов мебели в каждый магазин. Требуется построить оптимальный план перевозок. Построить математическую модель задачи. Привести задачу к канонической форме.</li> </ol>
3.	Защита отчета по лабораторной работе	<p>Типовые вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Что такое оптимальный регулятор? Какие задачи он решает?</li> <li>2) Какова структура оптимального регулятора?</li> <li>3) Что обычно задается в качестве исходных данных при синтезе оптимального регулятора?</li> </ol>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		4) Каковы методы синтеза оптимального регулятора? 5) Технология модального синтеза ? 6) Как устанавливается ненулевое начальное состояние объекта? 1.
2.	Экзамен	Типовые вопросы к экзамену: 1. Понятие оптимизации в технике. Примеры постановки задач оптимизации. 2. Понятие стационарной точки функции. Как определить, является ли стационарная точка точкой максимума, минимума или перегиба? 3. Свойства функции одной переменной – выпуклость, монотонность, унимодальность. 4. Критерий оптимизации. Основные способы формирования критерия при комплексных требованиях к системе. 5. Структура оптимизационных задач на примере задач одномерной и многомерной оптимизации. 6. Прямые методы безусловной одномерной оптимизации. Метод «Золотого сечения». Метод полиномиальной аппроксимации нулевого порядка. Метод половинного деления нулевого порядка. 7. Метод множителей Лагранжа для решения задачи условной одномерной оптимизации 8. Градиентные методы безусловной одномерной оптимизации. 9. Градиентные методы многомерной оптимизации. Понятие градиента и антиградиента функции. Метод наискорейшего спуска. Метод покоординатного спуска. 10. Понятия безусловной и условной оптимизации. Методы сведения задачи условной минимизации к безусловной. 11. Постановка задачи линейного программирования. 12. Графический метод решения задач линейного программирования. 13. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. 14. Вариационное исчисление. Особенности задач решаемых методами вариационного исчисления. 15. Понятие первой и второй вариаций функционала. 16. Уравнения Эйлера и условия Лежандра в вариационном исчислении. 17. Уравнения Эйлера и условия Лежандра для функционалов, зависящих от нескольких функций и от высших производных. 18. Вариационные задачи на условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

## 5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Коллоквиум	Коллоквиумы проводятся по материала двух первых разделов курса, а именно «Методы поиска экстремумов», «Линейное программирование». Коллоквиумы проводятся после проработки каждого раздела курса. Коллоквиумы проводятся письменно по билетам, каждый из которых включает три теоретических вопроса. Результаты коллоквиума оцениваются в баллах и входят в итоговую рейтинговую оценку по дисциплине.
2.	Защита контрольной работы	Защита контрольной работы проводится в режиме собеседования.
3.	Защита лабораторных работ	Защита лабораторной работы проводится в формате устного опроса. Опрос включают в себя теоретические вопросы по материалу работы и практические задания, выполняемые на лабораторном оборудовании.
4.	Экзамен	Экзамен проводится в письменном виде и включает в себя два теоретических вопроса. Ответы на вопросы записываются и передаются преподавателю в письменном или печатном виде

# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ 2020 / 2021 учебный год

ОЦЕНКИ			Дисциплина <i>«Методы и теория оптимизации»</i>  по направлению <i>15.04.06 Мехатроника и робототехника</i>	Лекции	8	час.
«Отлично»	A	90 - 100 баллов		Практ. занятия	8	час.
	B	80 – 89 баллов		Лаб. занятия	16	час.
«Хорошо»	C	70 – 79 баллов		<b>Всего ауд. работа</b>	<b>32</b>	<b>час.</b>
	D	65 – 69 баллов		CPC	76	час.
«Удовл.»	E	55 – 64 баллов		<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>час.</b>
	F	0 - 54 баллов			<b>3</b>	<b>зе.</b>
Зачтено	P	55 - 100 баллов				
Неудовлетвори тельно/ незачтено	F	0 - 54 баллов				

### Результаты обучения по дисциплине:

РД1	Владение методами разработки и исследования оптимальных систем управления роботов и мехатронных устройств
РД2	Умение использовать аналитические, имитационные и экспериментальные инструменты при проектировании мехатронных и робототехнических систем
РД3	Знание принципов построения и основных схем систем оптимальных систем управления динамическими объектами
РД4	Владение программными инструментами анализа и синтеза оптимальных систем управления для мехатронных и робототехнических объектов

### Оценочные мероприятия:

Для дисциплин с формой контроля - экзамен

Оценочные мероприятия		Кол-во	Баллы
<b>Текущий контроль:</b>			<b>80</b>
<b>П</b>	Посещение занятий	16	16
<b>ТК1</b>	Защита отчета по лабораторной работе	4	48
<b>ТК3</b>	Защита ИДЗ.	1	16
<b>ЭК</b>	Электронный образовательный ресурс (ДОТ)	...	
<b>Промежуточная аттестация:</b>			<b>20</b>
<b>ПА1</b>	Экзамен	1	20
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>

### Дополнительные баллы

Учебная деятельность / оценочные мероприятия		Кол-во	Баллы
<b>ДП1</b>	Реферат	1	5
<b>ДП2</b>	Выступление на конференции	1	5
<b>ДП3</b>	Публикация	1	5
<b>ИТОГО</b>			<b>15</b>

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение			
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1		РД1 РД3 РД4	Лекция 1. Введение в дисциплину. Методы поиска экстремумов функций.	2		П	1	ОСН 1 ОСН2	ЭР1 ЭР2		
			Лабораторная работа 1. Одномерная безусловная оптимизация	2		ТК1	6	ОСН1	ЭР1		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4			ОСН1			
			...								
2		РД1 РД2	Практическое занятие 1. Методы поиска экстремумов в одномерных системах	2		П	1	ОСН 1 ОСН2	ЭР1 ЭР2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4						
			...								
			...								
3		РД1 РД3	Лекция 2. Линейное программирование	2		П	1	ОСН 1 ОСН2	ЭР1		
			Лабораторная работа 2. Одномерная безусловная оптимизация	2		ТК1	6	ОСН1	ЭР1		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4			ДОП1			
			...								
4		РД3 РД2	Практическое занятие 2. Симплекс-метод решения задач линейного программированию	2		П	1	ОСН 1 ОСН2	ЭР1 ЭР2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4			ОСН1			
			...								
5		РД1 РД3	Лекция 3. Основы вариационного исчисления	2		П	1	ОСН2	ЭР2		
			Лабораторная работа 2 Многомерная безусловная оптимизация	2		ТК1	6	ОСН1	ЭР1		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4			ОСН1	ЭР1		
			...								
6			Практическое занятие 3. Методы решения вариационных задач	2		П	1	ОСН2	ЭР2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4			ОСН2	ЭР2		
			...								
7		РД1 РД3	Лекция 4. Основы динамического программирования	2		П	1	ОСН2	ЭР2		
			Лабораторная работа 2. Многомерная безусловная оптимизация	2		ТК1	6	ОСН1 ОСН2	ЭР1 ЭР2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4				ЭР2		
			...								
8		РД1 РД2 РД4	Практическое занятие 4. Методы решения задач распределения ресурсов	2		П	1	ОСН 1	ЭР1		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4			ОСН1 ДОП1	ЭР1		
			...								
			...								
9			<b>Конференц-неделя 1</b>								
			Ликвидация задолженностей								
			...								
<b>Всего по контрольной точке (аттестации) 1</b>											
10		РД1 РД2	Практическое занятие 4. Методы решения задач распределения ресурсов	2		П	1		ЭР1 ЭР2		
			Лабораторная работа 3. Линейное программирование	2		ТК1	6	ДОП1	ЭР2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4				ЭР1		

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
			работы студента:						ЭР2	
			...							
11		РД1								
		РД2	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4			ДОП1	ЭР1	
			...							
12		РД1	Лабораторная работа 3. Линейное программирование	2		ТК1	6	ОСН1	ЭР1	
		РД2						ОСН2	ЭР2	
		РД4	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		6			ДОП1	ЭР1	
			...							
13		РД1								
		РД2	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		6			ДОП1	ЭР1	
			...							
14		РД1	Лабораторная работа 4. Синтез оптимальных регуляторов линейных систем.	2		ТК1	6	ОСН2	ЭР2	
		РД2						ДОП1		
		РД4	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		6			ОСН2		
			...					ДОП1		
15		РД3								
		РД4	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		4			ДОП1	ЭР1	
			...							
16		РД3	Лабораторная работа 4. Синтез оптимальных регуляторов линейных систем.	2		ТК1	6	ОСН2	ЭР2	
		РД4	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		6			ОСН 1	ЭР2	
			...							
17		РД3	Защита ИДЗ. Распределение ресурсов.	2		ТК3	16			
		РД4	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:		6			ОСН 1		
			...							
18			<b>Конференц-неделя 2</b>							
			Прием задолженностей по лабораторным работам и ИДЗ.					ОСН 1	ЭК1	
								ОСН2	ЭК2	
			<b>Всего по контрольной точке (аттестации) 2</b>				<b>80 / 100</b>			
			<b>Экзамен</b>			ПА1	20 / 0			
			<b>Общий объем работы по дисциплине</b>	32	76		<b>108</b>			

**Информационное обеспечение:**

№ (код)	Основная учебная литература (ОСН)	№ (код)	Название электронного ресурса (ЭР)	Адрес ресурса
ОСН 1	Теория и методы оптимизации : учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. А. Кочегурова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК), Кафедра автоматки и компьютерных систем (АИКС). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013	ЭР 1	Теория и методы оптимизации : учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. А. Кочегурова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК), Кафедра автоматки и компьютерных систем (АИКС). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013	Схема доступа: <a href="http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m234.pdf">http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m234.pdf</a>
ОСН 2	Численные методы оптимизации : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Рейзлин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК), Кафедра информатики и проектирования систем (ИПС). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.2 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013.	ЭР 2	Численные методы оптимизации : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Рейзлин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК), Кафедра информатики и проектирования систем (ИПС). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.2 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013.	Схема доступа: <a href="http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m309.pdf">http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m309.pdf</a>
№ (код)	Дополнительная учебная литература (ДОП)	№ (код)		
ДОП 1	. Ким , Дмитрий Петрович . Теория автоматического управления. Учебное пособие: / Д. П. Ким . — Москва : Физматлит , 2003-2004. Т. 2 : Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы . — 2004. — 464 с.: ил. — Библиогр.: с. 456-459. — Предметный указатель: с. 460-463.. — ISBN 5-9221-0534-5.	ВР 1		
ДОП 2		ВР 2	...	