

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Саровский физико-технический институт -**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Технологии специального машиностроения»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф.-м.н.**

\_\_\_\_\_ **А.К. Чернышев**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория решения изобретательских задач**

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Наименование образовательной программы	Конструирование и технология опытного производства
Квалификация (степень) выпускника	магистр
Форма обучения	очная
Программа одобрена на заседании кафедры	Зав. кафедрой ТСМ _____ д.т.н. В.Н. Халдеев
протокол № _____ от _____ 20 г.	« ____ » _____ 20 г.

г. Саров, 2022г.

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_/202\_\_\_учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_/202\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ

д.т.н. В.Н. Халдеев

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КР	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/
3	16	2	72	16	16	-	40	-	Зач
<b>ИТОГО</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## АННОТАЦИЯ

Курс направлен на изучение основ теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), развитие умений пользоваться инструментами ТРИЗ при поиске решений практических и профессиональных задач и осознанно генерировать идеи по совершенствованию и улучшению технических систем, используемых и создаваемых на машиностроительных предприятиях.

Курс позволяет овладеть инструментарием эффективного разрешения технических, технологических и организационных противоречий, возникающих в процессе деятельности организаций разработки и производства технических изделий и систем.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе изучаются типовые методы теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), а также круг вопросов, позволяющих повысить эффективность методов.

Целью дисциплины является овладение методами и средствами ТРИЗ в разрезе общепромышленных вопросов через решение следующих задач:

1. Изучение истории и базовых понятий ТРИЗ.
2. Изучении методов развития творчества личностей и коллективов.
3. Формирование дорожной карты развития каждого обучающегося как творческой личности и начало реализации плана действий дорожной карты.
4. Изучении закономерностей развития технических систем и выявление их противоречий.
5. Формирование навыков выявления и разрешения противоречий технических систем.
6. Изучении методов анализа, синтеза и технологий повышения творческой активности.
7. Изучении методов и алгоритмов решения изобретательских задач.
8. Формирование навыков решения изобретательских и проблемных задач методами ТРИЗ.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

*Индекс дисциплины: Б1.О.07*

Дисциплина «Теория решения изобретательских задач» относится к обязательной части рабочего учебного плана по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Для успешного освоения дисциплины «Теория решения изобретательских задач» необходимы компетенции, формируемые в результате освоения естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин направления подготовки бакалавров 15.03.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств".

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<p><b>УК-1</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p> <p><b>УКЦ-1</b> Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде</p> <p><b>УКЦ-2</b> Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования</p> <p><b>ОПК-1</b> Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований</p>	<p>3-УК-1 Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p> <p>У-УК-1 Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации</p> <p>В-УК-1 Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</p> <p>3-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы</p> <p>У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности</p> <p>В-УКЦ-1 Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий</p> <p>3-УКЦ-2 Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении</p> <p>У-УКЦ-2 Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения</p> <p>В-УКЦ-2 Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий</p> <p>3-ОПК-1 Знать: критерии оценки исследований.</p> <p>У-ОПК-1 Уметь: формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско- технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач.</p> <p>В-ОПК-1 Владеть: методами выявления приоритетов решения задач, выбора критериев оценки исследований.</p>

#### Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной
			профессиональной

			компетенции
<b>Тип задачи профессиональной деятельности: производственно-технологический</b>			
модернизация, автоматизация действующих и проектирование новых средств и систем оснащения производства ядерного оружейного комплекса, технологически х процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	опытное производство ядерного оружейного комплекса	<p><b>ПК-1</b> Способен анализировать современные проектные решения, нормы технологического проектирования, заданную производственную программу структурных подразделений предприятия механосборочной области производства; разрабатывать новые методы и технологии систем механизации и автоматизации производств с применением аппаратных и программных технических средств серийного, опытного и экспериментального производства, функционирующих на цифро-физической основе.</p> <p>Профессиональный стандарт «40.031. Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении»</p>	<p><b>З-ПК-1</b> Знать: современные проектные решения, нормы технологического проектирования, заданную производственную программу структурных подразделений предприятия механосборочной области производства.</p> <p><b>У-ПК-1</b> Уметь: разрабатывать новые методы и технологии систем механизации и автоматизации производств с применением аппаратных и программных технических средств серийного, опытного и экспериментального производства, функционирующих на цифро-физической основе.</p> <p><b>В-ПК-1</b> Владеть: методами технологии систем механизации и автоматизации производств с применением аппаратных и программных технических средств серийного, опытного и экспериментального производства, функционирующих на цифро-физической основе.</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ\*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
			16	16	-	40			
<b>Семестр 3</b>									
1.	<b>История и базовые понятия теории решения изобретательских задач (ТРИЗ)</b>								
1.1.	Изобретательская деятельность. История возникновения ТРИЗ.	1-2	1	1		2	УО	4	
1.2.	Базовые понятия ТРИЗ. Структура и функции ТРИЗ.	1-2	1	1		2	УО	4	
2.	<b>Развитие творчества личностей и коллективов</b>								
2.1.	Воображение. Методы развития творческого воображения (РТВ).	3-4	1	1		2	УО	4	
2.2.	Личность. Теория развития творческой личности	3-4	1	1		2	УО	4	
2.3	Коллектив. Теория развития творческих коллективов	5-6	1	1		2	УО	4	
3.	<b>Технические системы и их противоречия</b>								

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
			16	16	-	40			
3.1.	Понятие технической системы. Вепольный анализ	5-6	1	1		3	КР	9	
3.2.	Законы развития технических систем	7-8	1	1		3	КР	9	
3.3	Типовые приемы устранения противоречий. Диверсионный анализ	7-8	1	1		3	КР	9	
<b>Рубежный контроль</b>		<b>8</b>						<b>УО</b>	47
4.	<b>Методы анализа, синтеза и технологии повышения творческой активности</b>								
4.1.	Методы системного анализа и синтеза	9-10	1	1		3	УО	7	
4.2.	Функционально-стоимостной анализ (ФСА)	9-10	1	1		3	УО	7	
4.3	Технологии повышения творческой активности	11-12	1	1		3	УО	6	
5.	<b>Решение изобретательских задач</b>								
5.1.	Стандарты решения изобретательских задач	11-12	1	1		3	ДЗ	7	



№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
			16	16	-	40			
5.2.	Технологические эффекты	13-14	1	1		3	УО	7	
5.3	Ресурсы для решения задач и развития систем	13-14	1	1		3	УО	7	
5.4	Алгоритмы решения изобретательских задач (АРИЗ)	15-16	2	2		3	КР	7	
<b>Рубежный контроль</b>		<b>16</b>						<b>УО</b>	<b>48</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>								<b>Зачет</b>	<b>0 - 95</b>
<b>Посещаемость</b>									<b>5</b>
<b>Итого:</b>									<b>100</b>

\*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

**УО** – устный опрос

**КР** – контрольная работа (индивидуальные задания для выполнения контрольных работ)

**ДЗ** – домашнее задание (индивидуальные темы рефератов по заданной теме; индивидуальные темы эссе по заданной теме)

**Зачет** - Зачет

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (см. п.5.3).

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Рубежный контроль осуществляется два раза в семестр. Возможными вариантами оценочных средств являются: Контроль Итогов (КИ) - означающий выставление баллов на основании результатов Текущего контроля отдельно для первой половины семестра и отдельно для второй, любые другие оценочные средства (Тест, Контрольная работа и т.д.), на основании которых выставляются итоговые баллы за разделы.]

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
<b>1.</b>	<b>История и базовые понятия теории решения изобретательских задач (ТРИЗ)</b>	
1.1.	<b>Изобретательская деятельность. История возникновения ТРИЗ.</b>	Изобретательство. Противоречия. Изобретения. Отличия результатов работы ученого и изобретателя. История возникновения ТРИЗ. Международная ассоциация ТРИЗ. Сертификация специалистов в области ТРИЗ.
1.2.	<b>Базовые понятия ТРИЗ. Структура и функции ТРИЗ.</b>	Теоретическое ядро и инструментарий ТРИЗ. Законы развития технических систем. Базовые понятия ТРИЗ - техническое решение, изобретение, техническая система (ТС), изобретательская ситуация (ИС), техническое противоречие (ТП), физическое противоречие (ФП), идеальный конечный результат (ИКР), типовые приемы устранения ТП и ФП, вещественные и полевые ресурсы (ВПР), алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ). Структурная схема ТРИЗ. Основные и вспомогательные функции ТРИЗ.
<b>2.</b>	<b>Развитие творчества личностей и коллективов</b>	
2.1.	<b>Воображение. Методы развития творческого воображения (РТВ).</b>	История и общие понятия РТВ. Методы РТВ: оператор РВС (размер, время, стоимость), метод ММЧ (моделирования маленькими человечками), фантрограммы, метод золотой рыбки (разложения и синтеза фантастических идей), ступенчатое конструирование, метод ассоциаций, метод тенденций, метод скрытых свойств объекта, взгляд со стороны, ситуационные задания, приемы фантазирования и пр.
2.2.	<b>Личность. Теория развития творческой личности</b>	Теория развития творческой личности. Качества творческой личности: Достойная цель, программа, работоспособность, техника решения задач, умение "держат удар", результативность, личная и системная эффективность. Потенциал творческой личности. Творческий потенциал человеческого мозга. Принципы развития творческого мышления.
2.3	<b>Коллектив. Теория развития творческих коллективов</b>	Теория образования коллективов: понятия и основные признаки коллектива. Теория развития творческих коллективов: этапы развития и жизненный цикл. Механизмы остановки развития коллективов. Динамическое мышление и качественные скачки развития. Воздействие коллектива на личность.
<b>3.</b>	<b>Технические системы и их противоречия</b>	
3.1.	<b>Понятие технической системы. Вепольный анализ</b>	Техническая система (ТС) и ее функции. Элементы ТС. Модель ТС. Девятиэкранная схема эволюции ТС, содержащей подсистемы, в надсистеме. Изобретательское системное видение. Понятие ВеПоля (Вещество и Поле).
3.2.	<b>Законы развития технических систем</b>	Законы организации технических систем: полноты и избыточности частей системы, проводимости потоков, минимального согласования. Законы эволюции технических систем: увеличения степени идеальности, увеличения степени управляемости и динамичности, перехода в надсистему,

		перехода на микроуровень, согласования, свертывания-развертывания, неравномерности развития частей системы.
3.3	<b>Типовые приемы устранения противоречий. Диверсионный анализ</b>	Административные, технические и физические противоречия. Матрица Альтшуллера и порядок ее использования. Приемы устранения технических противоречий. Приемы и выбор способа разрешения физических противоречий.
4.	<b>Методы анализа, синтеза и технологии повышения творческой активности</b>	
4.1.	<b>Методы системного анализа и синтеза</b>	Структура системного анализа и его задачи: декомпозиция, анализ и синтез. Циклический подход к решению проблем технических систем. Виды и характеристика разновидностей системного анализа. Виды системной деятельности и их характеристика. Принципы системного анализа.
4.2.	<b>Функционально-стоимостной анализ (ФСА)</b>	ФСА как составляющая системы менеджмента качества: область применения, основные положения, цель, методические основы, методы и средства. системы поиска эффективных решений.
4.3	<b>Технологии повышения творческой активности</b>	Трудоемкость методов поиска идей и создания инноваций: проб и ошибок, психологической активизации, систематизированного поиска, направленного поиска. Методы психологической активизации: мозговой штурм, обратная и теневая мозговая атака, корабельный совет, фокальных объектов, аналогий, оператор РВС, конференция идей, маленьких человечков и др. Методы систематизированного поиска: списки контрольных вопросов, морфологический и функциональный анализ, проектирования Мэтчетта, фокальных объектов, многократного последовательного классифицирования, синтеза оптимальных форм, "пять почему" и др. Методы направленного поиска: поискового конструирования Р. Коллера, ТРИЗ.
5.	<b>Решение изобретательских задач</b>	
5.1.	<b>Стандарты решения изобретательских задач</b>	Фонд стандартов на решение изобретательских задач, их классификация, обзор и алгоритмы применения.
5.2.	<b>Технологические эффекты</b>	Технологические эффекты: физические, химические, биологические, математические (геометрические).
5.3	<b>Ресурсы для решения задач и развития систем</b>	Выявление и использование ресурсов. Классификация ресурсов. Последовательность использования ресурсов. Основные виды ресурсов: функции, структура системы, вещество, поле, потоки, пространство, время, параметры, системный эффект.
5.4	<b>Алгоритмы решения изобретательских задач (АРИЗ)</b>	Понятия и определения АРИЗ-85-В: изобретательская ситуация и задача, противоречие, идеальная техническая система и идеальный конечный результат (ИКР). Свойства идеального конечного результата: улучшение плохого параметра без ухудшения хорошего, улучшение параметра не усложняя систему, улучшение параметра без вредного воздействия в нужный момент в нужном месте, действие должно выполняться само собой. Дополнительные понятия АРИЗ-85-В: модель задачи, конфликтующая пара, изделие, инструмент, оперативная зона и оперативное время. Компоненты АРИЗ-85В: программа, информационное обеспечение, методы управления психологическими

		факторами. Структурная схема и алгоритм АРИЗ-85В: технология выявления модели задачи, анализ модели задачи, определение ИКР и физических противоречий (ФП), мобилизация и привлечение вещественно-полевых ресурсов (ВНР), применение информфонда ТРИЗ, изменение или замена задачи, анализ способов устранения ФП, применение полученного ответа, анализ хода решения.
--	--	--

### Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
<b>1.</b>	<b>История и базовые понятия теории решения изобретательских задач (ТРИЗ)</b>	
1.1.	История развития изобретательства	Выявление взаимосвязей развития науки и техники с развитием общества и удовлетворением его потребностей.
1.2.	Изобретательство в современном мире. ТРИЗ	Изучение основных концепций Национальной технологической инициативы как примера системного подхода к ТРИЗ.
<b>2.</b>	<b>Развитие творчества личностей и коллективов</b>	
2.1.	Воображение. Методы развития творческого воображения (РТВ).	Практическое применение методов РТВ: оператора РВС (размер, время, стоимость), метода ММЧ (моделирования маленькими человечками), фантрограмм, метода золотой рыбки (разложения и синтеза фантастических идей), ступенчатого конструирования, метода ассоциаций, метода тенденций, метода скрытых свойств объекта, взгляда со стороны, ситуационных заданий, приемов фантазирования и пр.
2.2.	Личность. Теория развития творческой личности	Формирование дорожной карты (проекта или плана действий) развития каждого обучающегося как творческой личности. Определение достойной цели, программы, техники решения задач, умения "держать удар", результативности, личной и системной эффективности.
2.3.	Коллектив. Теория развития творческих коллективов	Формирование дорожной карты (проекта или плана действий) по развитию социальных связей обучающегося для достижения целей развития каждого обучающегося как творческой личности.
<b>3.</b>	<b>Технические системы и их противоречия</b>	
3.1.	Понятие технической системы. Вепольный анализ	Примеры практического применения девятиэкранной схемы эволюции технической системы (системного оператора). Выполнение индивидуальных заданий.
3.2.	Законы развития технических систем	Решение практических задач по увеличению степени идеальности, увеличению степени управляемости и динамичности технических систем. Выполнение индивидуальных заданий.
3.3.	Типовые приемы устранения противоречий. Диверсионный анализ	Решение практических задач с помощью матрицы Альтшуллера. Разбор примеров устранения технических противоречий, разрешения физических противоречий. Выполнение индивидуальных заданий.
<b>4.</b>	<b>Технические системы и их противоречия</b>	
4.1.	Методы системного анализа и синтеза	Решение практических задач с применением циклического подхода для разрешения проблем технических систем. Выполнение индивидуальных заданий.

4.2.	Функционально-стоимостной анализ (ФСА)	Решение практических задач использования ФСА для поиска эффективных решений. Выполнение индивидуальных заданий.
4.3.	Технологии повышения творческой активности	Решение практических задач развития основных технологий машиностроения с использованием метода направленного поиска путем анализа базы данных диссертаций ВАК по машиностроительным группам специальностей 05.02.XX и базы данных объектов интеллектуальной собственности ФИПС.
<b>5.</b>	<b>Решение изобретательских задач</b>	
5.1.	Стандарты решения изобретательских задач	Типовые решения изобретательских задач на основе приемов решения технических и разрешения физических противоречий.
5.2.	Технологические эффекты	Практическое применение технологических эффектов: физических (на примере охлаждения фотокатодов, снятие пружины с оправки, уборки мусора после стрельбы по летающим тарелочкам), химические (на примере уничтожаемой оправки, заделывания трещины в трубе при выходе из нее газа), биологические (на примере индикаторов в виде рыб, накопления в плодах деревьев одних компонентов при отсутствии других, пчелиного детектора взрывчатых веществ), математические или геометрические (на примере разъемной оправки для навивки пружины, ленты Мебиуса в матричном принтере, магнитной ленты кассет и катушек, шлифовальной ленты, ленточной пилы).
5.3	Ресурсы для решения задач и развития систем	Рассмотрение практических решений по использованию ресурсов для решения разнообразных изобретательских задач.
5.4	Алгоритмы решения изобретательских задач (АРИЗ)	Рассмотрение решения практических задач с использованием АРИЗ-85В.

#### **4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов**

1. Методические указания по написанию обзора источников и литературы МГУ им. М.В. Ломоносова М-35/05 (<http://fgp.msu.ru/wp-content/uploads/2016/11/metodicheskie-ukazaniya-po-napisaniyu-obzora-istochnikov-i-literatury.pdf>).

2. ГОСТ 15.011-96 Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.

#### **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

## 5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
<b>Семестр 2</b>				
Разделы 1,2,3	История развития изобретательства	УК-1 УКЦ-1 УКЦ-2 ОПК-1 ПК-1	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1; 3-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1 3-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	УО-2
	Изобретательство в современном мире. ТРИЗ			УО-2
	Воображение. Методы развития творческого воображения (РТВ).			УО-4
	Личность. Теория развития творческой личности			УО-4
	Коллектив. Теория развития творческих коллективов			УО-6
	Понятие технической системы. Вепольный анализ			КР-6
	Законы развития технических систем			КР-8
	Типовые приемы устранения противоречий. Диверсионный анализ			КР-8
<b>Рубежный контроль</b>		УК-1 УКЦ-1 УКЦ-2 ОПК-1 ПК-1	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1; 3-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1 3-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	УО – 8
Разделы 4,5	Методы системного анализа и синтеза	УК-1 УКЦ-1 УКЦ-2 ОПК-1 ПК-1	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1; 3-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1 3-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	УО - 10
	Функционально-стоимостной анализ (ФСА)			УО - 10
	Технологии повышения творческой активности			УО - 12
	Стандарты решения изобретательских задач			ДЗ-12
	Технологические эффекты			УО - 14
	Ресурсы для решения задач и развития систем			УО - 14
	Алгоритмы решения изобретательских задач (АРИЗ)			КР-16



<b>Рубежный контроль</b>	УК-1 УКЦ-1 УКЦ-2 ОПК-1 ПК-1	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1; 3-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1 3-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	УО –16
<b>Промежуточная аттестация</b>	УК-1 УКЦ-1 УКЦ-2 ОПК-1 ПК-1	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1; 3-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1 3-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	<b>Зачет</b>

## **5.2. Примерные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля**

#### **5.2.1.1. Примерные темы домашнего задания**

1. Пользуясь базой данных высшей аттестационной комиссии (ВАК), содержащей кандидатские и докторские диссертации (или их авторефераты) по группам специальностей 05.02.00 "Машиностроение и машиноведение", 05.03.00 "Обработка конструкционных материалов в машиностроении", 05.16.00 "Металлургия", а также базой данных ФИПС, выявите новейшие научные результаты выявите новейшие научные результаты в области:

1. повышения эффективности процессов токарной обработки материалов.
2. повышения эффективности процессов фрезерной обработки материалов.
3. повышения эффективности процессов шлифования материалов.
4. повышения эффективности процессов алмазной и абразивной обработки материалов.
5. повышения эффективности процессов финишной обработки материалов.
6. повышения качества формируемого поверхностного слоя обрабатываемого материала.
7. повышения эффективности процессов получения глубоких отверстий.
8. повышения эффективности твердого режущего инструмента.
9. повышения эффективности электроэрозионной обработки материалов.
10. повышения эффективности обработки твердых сплавов.
11. повышения эффективности обрабатывающих центров.
12. повышения эффективности лазерной обработки материалов.
13. повышения эффективности лазерных систем обработки материалов.
14. повышения эффективности плазменной обработки материалов.
15. повышения эффективности гидроабразивной обработки материалов.
16. повышения эффективности технологий изготовления зубчатых колес.
17. повышения эффективности методов обработки лопаток газотурбинных двигателей.
18. разработки новых видов инструментов обработки материалов.
19. повышения эффективности обработки материалов нанотехнологическими методами.
20. повышения эффективности обработки полимерных материалов.
21. повышения эффективности обработки жаропрочных материалов.
22. повышения эффективности упрочнения поверхностного слоя непосредственно в процессе механических и иных форм обработки поверхности.
23. повышения эффективности оборудования и процессов селективного лазерного спекания металлов.

24. повышения эффективности организации производственных процессов материалообработки.
25. повышения эффективности вибрационной обработки материалов.
26. повышения эффективности снятия остаточных напряжений при сварке материалов.
27. повышения эффективности электронно-лучевой сварки материалов.
28. повышения эффективности диффузионной сварки материалов.
29. повышения эффективности сварочных материалов.
30. повышения эффективности сварки материалов в среде защитных газов.
31. улучшения свойств сварных швов.
32. повышения эффективности лазерной сварки материалов.
33. повышения эффективности сварки материалов за счет использования ультразвуковых колебаний.

#### **5.2.1.2. Примерные вопросы для устного опроса**

1. Что такое ТРИЗ?
2. Назовите источники возникновения ТРИЗ.
3. Кто является автором ТРИЗ?
4. Чем отличается работа ученого от работы изобретателя?
5. Перечислите основные особенности методики ТРИЗ.
6. Назовите основные функции ТРИЗ.
7. Назовите дополнительные функции ТРИЗ.
8. Что входит в состав ТРИЗ?
9. Что такое вепольный анализ?
10. Что такое Техническая Система?
11. Что такое Главная Полезная Функция (ГПФ)?
12. Что относится к разряду Технических Систем (ТС)?
13. Какие основные части можно выделить в Технической Системе – устройстве?
14. Что такое Устройство, Объект обработки, Продукт?
15. Что такое Надсистема?
16. Что такое Подсистема?
17. Что такое закон? Дайте определение.
18. Как можно классифицировать законы по виду общности?
19. В чем состоит функционально-стоимостной анализ?

20. Назовите методы, позволяющие систематизировать перебор вариантов и увеличить число вариантов, исключить свойственные ненаправленному поиску систематические повторы, постоянный возврат к одним и тем же идеям.

21. Перечислите основные методы развития творческого воображения (РТВ).
22. Что такое оператор размер-время-стоимость (РВС)?
23. В чем состоит метод этажного конструирования?
24. Что означает метод функционально-стоимостного анализа (ФСА)?
25. В чем заключается основная сущность метода ФСА?
26. Назовите основные сферы использования ФСА?
27. Назовите основные принципы метода ФСА?
28. В чем особенность функционального подхода в ФСА?
29. Назовите основные методы, используемые в ФСА?
30. Назовите алгоритм работы метода ФСА?
31. Перечислите методы психологической активизации мышления.
32. Перечислите методы систематизированного поиска.
33. Перечислите методы направленного поиска.
34. В чем суть метода мозговой атаки, его отличие от обратной и теневой мозговой атаки?

#### **5.2.2.2. Примерные задания для контрольной работы:**

1. Заполните компоненты системного оператора для системы «Универсальный станок»: напильник, станок с ЧПУ, комплект сменных резцов, ручка напильника, ремесленная мастерская, экспериментальный металлообрабатывающий цех завода, инжиниринговый центр машиностроения, фрезы и резцы.

2. Заполните компоненты системного оператора для системы «Ультразвуковой дефектоскоп для контроля ж/д колес»: ультразвуковой гель, станционные ж/д мастерские, молоток для простукивания ж/д колес, мобильный пункт неразрушающего (ультразвукового) контроля (НК), ультразвуковой томограф, экспертная стационарная лаборатория НК, настроечный стандартный образец предприятия (СОП), боек молотка.

3. Заполните компоненты системного оператора для системы «Газоразрядная лампа дневного света»: децентрализованное электроснабжение, светодиодная лампа, светодиод, нить накаливания, централизованное энергоснабжение, лампа накаливания, распределенное энергоснабжение.

4. Заполните компоненты системного оператора для системы «Поршневой двигатель внутреннего сгорания»: паровоз, газотурбинный двигатель, парогенератор, газовая турбина, паровой двигатель, поршень, тепловоз, газотурбовоз.

5. Заполните компоненты системного оператора для системы «судовой винт»: быстроходное эффективное судно, парус, устройство изменения шага винта, мачта, вал винта, двигатель-двигательный комплекс, тихоходное судно, подводное крыло, быстроходное судно.
6. Определите идеальность системы (технологии) для случаев единичного, серийного и массового токарного производства.
7. Определите идеальность системы (технологии) для случаев единичного, серийного и массового фрезерного производства.
8. Определите идеальность системы (технологии) для случаев единичного, серийного и массового производства по электроэрозионной проволочно-вырезной технологии.
9. Определите идеальность системы (технологии) для случаев единичного, серийного и массового производства по электроэрозионной электродной технологии.
10. Определите идеальность системы (технологии) для случаев единичного, серийного и массового производства по технологии лазерной раскройке материалов.
11. Определите идеальность системы (технологии) для случаев единичного, серийного и массового производства по технологии лазерной сварки материалов.
12. Определите идеальность системы (технологии) для случаев единичного, серийного и массового производства по технологии электронно-лучевой сварки материалов.
13. Определите идеальность системы (технологии) для случаев единичного, серийного и массового производства по технологии гидроабразивной резки материалов.
14. Определите идеальность системы (технологии) для случаев единичного, серийного и массового производства по технологии ТВЧ закалки материалов.
15. Выделите оперативную зону и составляющие оперативного времени при использовании токарной обработки.
16. Выделите оперативную зону и составляющие оперативного времени при использовании фрезерной обработки.
17. Выделите оперативную зону и составляющие оперативного времени при использовании электроэрозионной проволочно-вырезной технологии.
18. Выделите оперативную зону и составляющие оперативного времени при использовании электроэрозионной электродной технологии
19. Выделите оперативную зону и составляющие оперативного времени при использовании лазерной раскройке материалов.
20. Выделите оперативную зону и составляющие оперативного времени при использовании лазерной сварки материалов.
21. Выделите оперативную зону и составляющие оперативного времени при использовании электронно-лучевой сварки материалов.

22. Выделите оперативную зону и составляющие оперативного времени при использовании гидрообразивной резки материалов.

23. Выделите оперативную зону и составляющие оперативного времени при ТВЧ закалке материалов.

24. Выделите из перечисленного элементы подсистем и надсистем системы «Сварочный аппарат со сварочным электродом»: электрический ток, атмосферный воздух, защитная маска сварщика, электрод, свариваемые детали.

25. Выделите из перечисленного элементы подсистем и надсистем системы «Ультразвуковой дефектоскоп»: выносной датчик, корпус, управляющий микроконтроллер, воздух, проводящая ультразвуковая суспензия.

26. Выделите из перечисленного элементы подсистем и надсистем системы «ТЭЦ»: топливо, воздух, турбина, электрический ток, горячая вода в отходящих трубопроводах.

27. Выделите из перечисленного элементы подсистем и надсистем системы «Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ»: станина, система управления на выносном пульте, рабочий стол, атмосферный воздух, сжатый воздух для смены инструмента, электрическая энергия, обрабатываемая деталь.

28. Выделите из перечисленного элементы подсистем и надсистем системы «Проволочный электроэрозионный станок»: проволока, диэлектрическая жидкость, выносной пульт управления, атмосферный воздух, оператор, питающий электрический ток.

## **5.2.2. Оценочные средства для рубежного контроля**

### **5.2.2.1. Примерные вопросы для устного опроса:**

1. Опишите структуру законов развития технических систем.
2. Опишите структуру законов организации систем.
3. Опишите структуру законов эволюции систем.
4. Какой основной закон эволюции технических систем.
5. Что такое идеальная система? Дайте определение.
6. Что такое Противоречие?
7. Что является причиной появления Противоречий?
8. Какие виды Противоречий Вы знаете?
9. Как сформулировать Техническое Противоречие?
10. Что такое Матрица Альтшуллера и как ее использовать?
11. Как сформулировать Физическое Противоречие?
12. В чем отличие Технического Противоречия и Физического Противоречия?
13. Назовите основные методы разрешения решения Физического Противоречия.
14. Какова структура системного анализа?

15. Сформулируйте основные принципы системного анализа.
16. Каковы основные разновидности системного анализа?
17. Что такое стандарт на решение изобретательских задач?
18. Какие особенности стандартов на решение изобретательских задач Вы знаете?
19. Перечислите основные классы на решение изобретательских задач.
20. Что характерно для каждого из классов стандартов?
21. В чем суть алгоритма применения стандартов на решение изобретательских задач?
22. Какие виды эффектов используются в ТРИЗ?
23. Что такое эффекты с точки зрения ТРИЗ?
24. Что такое физические эффекты? Приведите пример.
25. Что такое химические эффекты? Приведите пример.
26. Что такое биологические эффекты? Приведите пример.
27. Что такое математические эффекты? Приведите пример.
28. Что такое АРИЗ?
29. Что такое мини-задача?
30. Что такое Инструмент и Изделие?
31. Что такое Идеальный Конечный Результат (ИКР)? Как формулируется ИКР?
32. Что такое Оперативное время и Оперативная зона?

### **5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

#### **5.2.3.1 Примерные вопросы к зачету**

Используя инструментарий ТРИЗ предложите один из новых, эффективных, отличающихся от известных способов:

1. повышения эффективности процессов токарной обработки материалов.
2. повышения эффективности процессов фрезерной обработки материалов.
3. повышения эффективности процессов шлифования материалов.
4. повышения эффективности процессов алмазной и абразивной обработки материалов.
5. повышения эффективности процессов финишной обработки материалов.
6. повышения качества формируемого поверхностного слоя обрабатываемого материала.
7. повышения эффективности процессов получения глубоких отверстий.
8. повышения эффективности твердого режущего инструмента.
9. повышения эффективности электроэрозионной обработки материалов.
10. повышения эффективности обработки твердых сплавов.
11. повышения эффективности обрабатывающих центров.
12. повышения эффективности лазерной обработки материалов.
13. повышения эффективности лазерных систем обработки материалов.

14. повышения эффективности плазменной обработки материалов.
15. повышения эффективности гидроабразивной обработки материалов.
16. повышения эффективности технологий изготовления зубчатых колес.
17. повышения эффективности методов обработки лопаток газотурбинных двигателей.
18. разработки новых видов инструментов обработки материалов.
19. повышения эффективности обработки материалов нанотехнологическими методами.
20. повышения эффективности обработки полимерных материалов.
21. повышения эффективности обработки жаропрочных материалов.
22. повышения эффективности упрочнения поверхностного слоя непосредственно в процессе механических и иных форм обработки поверхности.
23. повышения эффективности оборудования и процессов селективного лазерного спекания металлов.
24. повышения эффективности организации производственных процессов материалообработки.
25. повышения эффективности вибрационной обработки материалов.
26. повышения эффективности снятия остаточных напряжений при сварке материалов.
27. повышения эффективности электронно-лучевой сварки материалов.
28. повышения эффективности диффузионной сварки материалов.
29. повышения эффективности сварочных материалов.
30. повышения эффективности сварки материалов в среде защитных газов.
31. улучшения свойств сварных швов.
32. повышения эффективности лазерной сварки материалов.
33. повышения эффективности сварки материалов за счет использования ультразвуковых колебаний.

### 5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной	Оценка	Требования к уровню освоению
--------------	-------------------------	--------	------------------------------



	шкале	ECTS	учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал патентов, кандидатских и докторских диссертаций.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Альтшуллер Г. С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач. Петрозаводск: Скандинавия, 2003 г. - 240 с.
2. Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Как стать гением. – Минск: Беларусь, 1994 г. - 479 с.
3. Альтшуллер Г.С. "Нить в лабиринте". - Петрозаводск: Карелия, 1988 г. - 277 с.
4. Гин А.А., Кудрявцев А.В., Бубенцов В.Ю. Теория решения изобретательских задач: учебное пособие 1 уровня. – 2-е изд., перераб. и доп. Издательство: Модерн, 2017 г. - 64 с.
5. Петров В.М. Основы ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Издание 2-е, исправленное и дополненное. Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero, 2019 г. – 451 с.

6. Петров В.М. Основы теории решения изобретательских задач. Израиль, Тель-Авив, 2018 г. - 750 с.

7. Хомяков П.М. Системный анализ: Экспресс-курс лекций / Под ред. В. П. Прохорова, Изд. 3-е. — М.: Издательство ЛКИ, 2008 г. — 216 с.

#### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. Кынин А.Т., Черняк В. С. Алгоритмы решения нестандартных задач: учебное пособие, Часть 1. /А. Т. Кынин, В. С. Черняк – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2013 г. – 112 с.

2. Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности. - Минск: Беларусь, 1994 г. - 478 с.

3. Злотин Б. Л., Зусман А. В., Каплан Л. А. Закономерности развития коллективов. – Кишинев: МНТЦ «Прогресс», 1990 г.

#### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется.

#### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

1. Сайт Официального Фонда Г.С. Альтшуллера - <https://www.altshuller.ru/>
2. Сайт изобретательских задач и методов их решения - <https://metodolog.ru/>
3. Национальная платформа открытого образования - <https://openedu.ru/>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины производится на базе учебных лабораторий кафедры в СарФТИ НИЯУ МИФИ учебного корпуса 5. Основная лаборатория оснащена современным оборудованием, позволяющим проводить практические занятия. Выполнение практических работ, а также самостоятельной работы студентов осуществляется на рабочих местах оснащенных персональными компьютерами, имеющими выход в интернет. Здесь же проводятся текущие консультации.

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени.

Практические занятия проводятся по расписанию в дисплейном классе одновременно для группы студентов, работающих в интерактивном режиме. Допустимо выполнение практических работ в удаленном режиме, используя Интернет.

По дисциплине «Теория решения изобретательских задач» в рабочем учебном плане предусмотрены интерактивные часы (12 часов).

Данный вид деятельности реализуется путем проведения/с помощью персональных компьютеров, имеющих выход в интернет для систематизации современных научных результатов и выявления сложившегося уровня развития техники и технологий путем анализа информации представленного в:

1. базе данных высшей аттестационной комиссии (ВАК), содержащей кандидатские и докторские диссертации (или их авторефераты) по группе специальностей 05.02.00 Машиностроение и машиноведение (<https://vak.minobrnauki.gov.ru/>).

2. базе данных ВАК, содержащей кандидатские и докторские диссертации (или их авторефераты) по группе специальностей 05.03.00 Обработка конструкционных материалов в машиностроении (<https://vak.minobrnauki.gov.ru/>).

3. базе данных ВАК, содержащей кандидатские и докторские диссертации (или их авторефераты) по группе специальностей 05.04.00 Энергетическое металлургическое и химическое машиностроение (<https://vak.minobrnauki.gov.ru/>).

4. базе данных ВАК, содержащей кандидатские и докторские диссертации (или их авторефераты) по группе специальностей 05.05.00 Транспортное, горное и строительное машиностроение (<https://vak.minobrnauki.gov.ru/>).

5. базе данных ВАК, содержащей кандидатские и докторские диссертации (или их

авторефераты) по группе специальностей 05.16.00 Metallургия (<https://vak.minobrnauki.gov.ru/>).

6. базе данных патентов на изобретения, полезные модели и промышленные образцы Федерального института промышленной собственности (ФИПС, <https://www.fips.ru/>).

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать. - Тамбов, 1961 г. - 125 с.
2. Альтшуллер Г.С., Селюцкий А.Б. Крылья для Икара. Как решать изобретательские задачи. - Петрозаводск, Карелия, 1980 г. - 221 с.
3. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей - От интуиции к технологии. Кишинев, 1989 г. - 381 с.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы магистратуры по направлению 15.04.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Автор:** д.т.н., профессор кафедры ОТДиЭ

Егоров А.В.