

Рубцовский индустриальный институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ТФ

А.В. Сорокин

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.2.2 «Оптимизация инженерных задач»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **15.03.05  
Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

Направленность (профиль, специализация): **Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств**

Статус дисциплины: **дисциплины (модули) по выбору**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	А.В. Шашок
Согласовал	Зав. кафедрой «ТиТМПП»	В.В. Гриценко
	руководитель направленности (профиля) программы	В.В. Гриценко

г. Рубцовск

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

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-1	способность применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	<p>Теоретические основы методов оптимизации. Классификацию задач оптимизации. Основные алгоритмы и методы решения оптимальных задач</p> <p>Разрабатывать математические модели целевых функций и систем ограничений решаемой задачи</p> <p>Практическими навыками решения оптимизационных задач, в том числе с использованием компьютерной техники</p>	Разрабатывать математические модели целевых функций и систем ограничений решаемой задачи	Практическими навыками решения оптимизационных задач, в том числе с использованием компьютерной техники
ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров	<p>Теоретические основы методов оптимизации. Классификацию задач оптимизации. Основные алгоритмы и методы решения оптимальных задач</p>	Разрабатывать математические модели целевых функций и систем ограничений решаемой задачи	Практическими навыками решения оптимизационных задач, в том числе с использованием компьютерной техники

	технологических процессов для их реализации			
ПК-3	способность участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности	Теоретические основы методов планирования эксперимента и статистической обработки экспериментальных данных	Выбрать вид эксперимента для разработки математической модели объекта разрабатывать матрицу планирования эксперимента и проводить математическую обработку экспериментальных данных	Практическими навыками построения математических моделей процессов и объектов машиностроительных производств в том числе и с использованием компьютерной техники и прикладных программ для ЭВМ
ПК-7	способность участвовать в организации работы малых коллективов исполнителей, планировать данные работы, а также работу персонала и фондов оплаты труда, принимать управленческие решения на основе экономических расчетов, в организации работ по обследованию и реинжинирингу бизнес-процессов машиностроительных предприятий, анализу затрат на обеспечение требуемого качества продукции, результатов деятельности производственных подразделений, разработке оперативных планов их работы, в выполнении организационно-плановых расчетов по созданию (реорганизации) производственных участков машиностроительных производств	Теоретические основы сетевого планирования и управления процессами.	Представлять многоэтапный процесс в виде сетевого графа. Назначать исполнителей для реализации работ в графе и оценивать временные затраты на реализацию работ	Практическими навыками решения задач сетевого планирования и управления.
ПК-9	способность разрабатывать документацию (графики, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы, средства и системы технологического оснащения машиностроительных	Теоретические основы поиска оптимальных решений (компромиссных) многоцелевых задач, а также оптимальных задач с нестационарными	Разрабатывать математические модели целевых функций и систем ограничений решаемой задачи	Практическими навыками решения задач многокритериальной оптимизации, динамической оптимизации

	производств) отчетности по установленным формам, документацию, регламентирующую качество выпускаемой продукции, а также находить компромисс между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения) как при краткосрочном, так и при долгосрочном планировании	параметрами		
--	--	-------------	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Математика, Системы имитационного моделирования, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Основы систем автоматизированного проектирования, Основы теории надежности, Проектирование оптимальных систем автоматического управления, Системный анализ, Теория автоматического управления

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	17	17	0	38	36

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 5**

**Лекционные занятия (17ч.)**

- 1. Введение в предмет "Оптимизация инженерных задач"(1ч.)[1,2,3,4,5,6]**  
Аналитические и численные методы при разработке математических моделей машиностроительных производств, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, при проведении работ по обследованию и реинжинирингу бизнес-процессов машиностроительных предприятий.
- 2. Математическое моделирование в оптимизации(2ч.)[1,2,3,4,5,6]** Постановка целей, задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработка структуры их взаимосвязей. Определение границ объекта оптимизации. Выбор управляемых переменных. Определение ограничений на управляемые переменные. Выбор числового критерия оптимизации. Формулировка Математической задачи оптимизации. Информационное обеспечение математической модели.
- 3. Численные методы решения задач одномерной оптимизации(2ч.) [1,2,3,4,5,6]** Классификация оптимизируемых функций. Прямые методы оптимизации (методы: перебора, поразрядного поиска, исключения отрезков, парабол). Методы использующие производные функций (средней точки, хорд, Ньютона, кубической аппроксимации). Методы минимизации многомодальных функций
- 4. Методы безусловной минимизации функций многих переменных.(4ч.) [1,2,3,4,5,6]** Общие принципы n-мерной оптимизации. Прямые методы безусловной минимизации (по правильному симплексу, по деформируемому симплексу, покоординатного спуска, Хука-Дживса, случайного поиска, сопряженных направлений). Методы оптимизации, использующие производные функций (градиентного спуска, наискорейшего спуска, сопряженных градиентов, Ньютона, квазиньютоновские методы).
- 5. Многомерная оптимизация при наличии ограничений. Линейное программирование(4ч.)[1,2,3,4,5,6]** Разработка и внедрение оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации. Постановка задач математического программирования. Критерии оптимальности в задачах математического программирования. Нахождение компромисса между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения). Методы решения задач линейного программирования. Двойственность в линейном программировании.
- 6. Численные методы решения задач нелинейного программирования(2ч.) [1,2,3,4,5,6]** Задачи дробно-линейного и квадратичного программирования. Градиентные методы. Методы последовательной безусловной оптимизации.
- 7. Методы решения дискретных задач оптимизации(2ч.)[1,2,3,4,5,6]** Методы

отсечений. Метод ветвей и границ. Дискретное динамическое программирование

### **Лабораторные работы (17ч.)**

**1. Математическая постановка задач оптимизации {творческое задание} (3ч.) [1,2,3,4,5,6]** Постановка задач оптимизации с использованием реальных ситуаций. Определение границ объекта оптимизации. Выбор управляемых переменных. Определение ограничений на управляемые переменные. Выбор числового критерия оптимизации. Формулировка Математической задачи оптимизации. Информационное обеспечение математической модели

**2. Численные методы решения задач одномерной оптимизации {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.) [1,2,3,4,5,6]** Решение задач на прямые методы оптимизации (методы: перебора, поразрядного поиска, исключения отрезков, парабол). Методы использующие производные функций (средней точки, хорд, Ньютона, кубической аппроксимации). Методы минимизации многомодальных функций

**3. Безусловная минимизация функций многих переменных {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.) [1,2,3,4,5,6]** Решение задач на прямые методы безусловной минимизации (по правильному симплексу, по деформируемому симплексу, покоординатного спуска, Хука-Дживса, случайного поиска, сопряженных направлений). Решение задач на методы оптимизации, использующие производные функций (градиентного спуска, наискорейшего спуска, сопряженных градиентов, Ньютона, квазиньютоновские методы).

**4. Многомерная оптимизация при наличии ограничений. Линейное программирование {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.) [1,2,3,4,5,6]** Решение задачи линейной оптимизации симплекс-методом. Решение двойственных задач

**5. Численные методы решения задач нелинейного программирования {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.) [1,2,3,4,5,6]** Решение задач дробно-линейного и квадратичного программирования. Решение задач оптимизации с использованием градиентных методов.

**6. Методы решения дискретных задач оптимизации {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.) [1,2,3,4,5,6]** Решение задач целочисленной оптимизации методом ветвей и границ. Решение задач дискретного динамического программирования

### **Самостоятельная работа (38ч.)**

**1. Подготовка к защите отчетов по лабораторным работам(11ч.) [1,2,3,4,5,6]**

**2. Подготовка к экзамену(27ч.) [1,2,3,4,5,6]**

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

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Шашок А.В. Математическое моделирование технологических процессов и систем. Часть 1 [Электронный ресурс] : Уч. пос. и варианты индив. расчетных заданий. - Рубцовск: РИО, 2004, 74 с.

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

2. Лесин, В.В. Основы методов оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 344 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/86017>. — Загл. с экрана.

3. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67460>. — Загл. с экрана.

### **6.2. Дополнительная литература**

4. Кремлёв, А.Г. Методы оптимизации : учебное пособие / А.Г. Кремлёв. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. - 192 с. - ISBN 978-5-7996-0770-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239827> (13.05.2019).

5. Нинул А.С. Оптимизация целевых функций. Аналитика, численные методы, планирование эксперимента/ А.С. Нинул. – М.: Физматлит, 2009 – 336 с. – 10 экз.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

6. <http://rosmetod.ru/competition/view/3883>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении

А.

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

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	Microsoft Office
2	Антивирус Kaspersky
3	LibreOffice

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы
лаборатории

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».



**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Оптимизация инженерных задач»**

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-1: способность применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ПК-16: способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ПК-3: способность участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ПК-7: способность участвовать в организации работы малых коллективов исполнителей, планировать данные работы, а также работу персонала и фондов оплаты труда, принимать управленческие решения на основе экономических расчетов, в организации работ по обследованию и	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

реинжинирингу бизнес-процессов машиностроительных предприятий, анализу затрат на обеспечение требуемого качества продукции, результатов деятельности производственных подразделений, разработке оперативных планов их работы, в выполнении организационно-плановых расчетов по созданию (реорганизации) производственных участков машиностроительных производств		
ПК-9: способность разрабатывать документацию (графики, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы, средства и системы технологического оснащения машиностроительных производств) отчетности по установленным формам, документацию, регламентирующую качество выпускаемой продукции, а также находить компромисс между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения) как при краткосрочном, так и при долгосрочном планировании	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

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

Показатели оценивания компетенций представлены в разделе «Требования к результатам освоения дисциплины» рабочей программы дисциплины «Оптимизация инженерных задач» с декомпозицией: знать, уметь, владеть.

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Оптимизация инженерных задач» используется 100-балльная шкала.

<b>Критерий</b>	<b>Оценка по 100-балльной шкале</b>	<b>Оценка по традиционной шкале</b>
Студент твёрдо знает программный материал, системно и грамотно излагает его, демонстрирует необходимый уровень компетенций, чёткие, сжатые ответы на дополнительные вопросы, свободно владеет понятийным аппаратом.	75-100	<i>Отлично</i>
Студент проявил полное знание программного материала, демонстрирует сформированные на достаточном уровне умения и навыки, указанные в программе компетенции, допускает не принципиальные неточности при изложении ответа на вопросы.	50-74	<i>Хорошо</i>
Студент обнаруживает знания только основного материала, но не усвоил	25-49	<i>Удовлетворительно</i>

детали, допускает ошибки, демонстрирует не до конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы.		
Студент не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать необходимые выводы, чётко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями.	<25	<i>Неудовлетворительно</i>

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.**

№ пп	Вопрос/Задача	Проверяемые компетенции
1	Используя аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий ответить на вопросы: 1. Определение границ объекта оптимизации. 2. Выбор управляемых переменных. Определение ограничений на управляемые переменные. 3. Выбор числового критерия оптимизации.	ПК-1
2	Используя способность применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах выполнить практические задания Задача дробно-линейного математического программирования Задача квадратичного математического программирования. Задача с применением метода возможных направлений.	ПК-1
3	Используя способность участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации, ответить на вопросы: 1. Классификация оптимизируемых функций 2. Прямые методы оптимизации (методы: перебора, поразрядного поиска, исключения отрезков, парабол). 3. Методы использующие производные функций (средней точки, хорд, Ньютона, кубической	ПК-16

	аппроксимации).	
4	<p>Применяя способность участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации, выполнить практические задания:</p> <p>Задача с применением метода проекции градиента. Задача с применением метода условного градиента. Задача с применением метода штрафных функций.</p>	ПК-16
5	<p>Используя способность участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях ответить на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принципы n-мерной оптимизации.</li> <li>2. Прямые методы безусловной минимизации (по правильному симплексу, по деформируемому симплексу).</li> <li>3. Прямые методы покоординатного спуска.</li> </ol>	ПК-3
6	<p>Используя способность участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях практические задания</p> <p>Задача с применением метода барьерных функций. Задача с применением метода отсечений. Задача с применением метода ветвей и границ.</p>	ПК-3
7	<p>Используя способность участвовать в организации работ по обследованию и реинжинирингу бизнес-процессов машиностроительных предприятий, ответить на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постановка задач математического программирования.</li> <li>2. Двойственность в линейном программировании.</li> <li>3. Градиентные методы</li> </ol>	ПК-7
8	<p>Используя способность участвовать в организации работ по обследованию и реинжинирингу бизнес-процессов машиностроительных предприятий, решить задачи:</p> <p>Задача с применением метода динамического программирования. Задача с применением метода по деформируемому симплексу, Задача с применением метода Хука-Дживса</p>	ПК-7
9	<p>Используя способность находить компромисс между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения), ответить на</p>	ПК-9

	<p>вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы последовательной безусловной оптимизации.</li> <li>2. Методы отсечений.</li> <li>3. Дискретное динамическое программирование</li> </ol>	
10	<p>Используя способность находить компромисс между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения) как при краткосрочном, так и при долгосрочном планировании, решить задачи</p> <p>Задача с применением метода покоординатного спуска</p> <p>Задача с применением метода случайного поиска</p> <p>Задача с применением квазиньютоновского метода</p>	ПК-9

4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.