

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»**

**Кафедра Металлургии, машин и оборудования**

**УТВЕРЖДАЮ:**

**Зав. кафедрой ММиО**

\_\_\_\_\_ Л.В. Крупнов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного экзамена для поступающих в аспирантуру  
по научной специальности 2.5 «Машиностроение»  
направленность 2.5.21 «Машины, агрегаты и технологические процессы»**

**Норильск, 2025**

**РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА** на заседании кафедры ММиО

Протокол заседания «07» мая 2025 г., протокол № 4.

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент Крупнов Л.В.

Программа разработана:

д.т.н., профессор кафедры ММиО Платов С.И.

к.т.н., доцент кафедры ММиО Лаговская Е.В.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 2.5 «Машиностроение», направленность 2.5.21 «Машины, агрегаты и технологические процессы» состоит из разделов в соответствии с Паспортом научной специальности.

### **Направления исследований:**

1. Разработка научных и методологических основ создания, модернизации и эксплуатации машин, агрегатов, производственных транспортно-технологических систем, механизированного (автоматизированного и роботизированного) технологического оборудования и инструмента с целью комплексной механизации, автоматизации и роботизации основных и вспомогательных технологических процессов и операций в соответствии с современными требованиями внутреннего и внешнего рынка, технологии производства и эксплуатации, качества, надежности, эргономики, охраны труда, промышленной и экологической безопасности.
2. Разработка параметрических рядов машин на основе унификации, стандартизации и оптимизации отдельных узлов, механизмов и агрегатов, оптимизационный синтез производственных транспортно-технологических систем.
3. Разработка научных и методологических основ формирования качественной и количественной структуры комплектов и парков машин и агрегатов в зависимости от их назначения и функционально-технологических взаимосвязей, региональных организационно-производственных и технологических параметров, природно-климатических и технических условий производства и эксплуатации.
4. Совершенствование производственных технологических процессов, включая погрузочно-разгрузочные, транспортные, перегрузочные и складские операции, на основе новых технических решений конструкций машин, транспортно-технологических систем, агрегатов, механизированного (автоматизированного и роботизированного) технологического оборудования и инструмента.
5. Разработка и совершенствование методов физического и математического моделирования рабочих процессов, прогнозирования, расчета конструктивных и технологических параметров, автоматизированного проектирования, оптимизации, управления, контроля качества технологических процессов, экспериментальных исследований и испытаний, диагностики и мониторинга, взаимодействия с окружающей средой и

оператором (обслуживающем персоналом), риск-анализа и риск-ориентированного подхода при эксплуатации машин, комплектов машин, транспортно-технологических систем, агрегатов, механизированного технологического (автоматизированного и роботизированного) оборудования и инструмента.

6. Разработка научных и методологических основ повышения производительности машин, комплектов машин, транспортно-технологических систем, агрегатов и механизированного технологического (автоматизированного и роботизированного) оборудования, а также оценки их экономической эффективности и потребительских характеристик.
7. Разработка и повышение эффективности методов технического обслуживания, монтажа/демонтажа, технологии ремонта, диагностики и мониторинга, охраны труда, промышленной и экологической безопасности на стадии эксплуатации машин, комплектов машин, транспортно-технологических систем, агрегатов, механизированного (автоматизированного и роботизированного) технологического оборудования и инструмента.
8. Разработка методов расчета и проектирования систем, обеспечивающих безопасность функционирования при эксплуатации машин, комплектов машин, транспортно-технологических систем, агрегатов и технологических процессов.
9. Разработка нормативной базы проектирования, испытания, эксплуатации и утилизации машин, комплектов машин, транспортно-технологических систем, агрегатов, механизированного технологического оборудования и инструмента.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

### **2.1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ**

#### **РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ И ПОКАЗАТЕЛИ МАШИН И АГРЕГАТОВ, И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ**

1. Общая классификация машин и агрегатов. Основные признаки классификации по характеру воздействия на обрабатываемый продукт, по структуре рабочего цикла, по степени механизации и автоматизации, по сочетанию в производственном потоке, по технологическому назначению.
2. Основные технико-экономические показатели и оценка эффективности машин и агрегатов. Коэффициент полезного действия, удельные затраты энергии, материалоемкость, габаритные показатели машин и агрегатов.
3. Виды износа машин и агрегатов.
4. Износостойкость рабочих органов машин и агрегатов. Основные способы повышения износостойкости.
5. Общая структура механизмов машин и агрегатов. Основы кинематического и динамического анализа этих механизмов.
6. Принципы силового расчета механизмов машин и агрегатов.
7. Технологичность машин и агрегатов на соответствие их конструкций оптимальным способам изготовления и сборки.
8. Рациональность конструкции машин и агрегатов: формы траектории и скоростей движения рабочих органов, конструкции исполнительных и передаточных механизмов.
9. Стандартизация и унификация деталей, а также узлов машин и агрегатов. Значение стандартизации и стандартов в повышении технологичности и улучшении других показателей качества машин и агрегатов.
10. Основные требования по технике безопасности, пожаровзрывобезопасности, предъявляемые к машинам и агрегатам.
11. Надежность машин и агрегатов. Основные положения теории надежности.
12. Классификация отказов машин и агрегатов. Ремонтопригодность машин и агрегатов. Количественное описание надежности. Долговечность элементов машин. Технический ресурс. Пути повышения надежности.
13. Принципы обеспечения надежности машин и агрегатов на этапах их проектирования, изготовления и эксплуатации.
14. Принципы и методы проектирования машин и агрегатов. Понятие ресурса машин и агрегатов и методы его расчета для квазистатического и циклического нагружения. Накопление повреждений в машинах и агрегатах при наличии усталостных явлений.

## **РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАШИН И АГРЕГАТОВ**

1. Классификация материалов. Основные требования, предъявляемые к материалам деталей машин и агрегатов. Сопротивление истиранию, коррозионная стойкость, отсутствие химического взаимодействия с сырьем и готовым продуктом.
2. Стальные металлы. Углеродистая сталь (классификация, обозначение, область применения). Легированная сталь (классификация, обозначение, область применения).
3. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы. Защита от коррозии.
4. Специальные металлы, сплавы и неметаллические материалы, применяемые в машинах и агрегатах. Методы защиты металлов.
5. Металлические и металлизированные покрытия, покрытия полимерными материалами, эмалевые и лакокрасочные покрытия.

## **РАЗДЕЛ 3. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАШИН**

1. Порядок расчета производительности машин и агрегатов. Производительность машин непрерывного и циклического действия. Исходные данные для расчета производительности.
2. Порядок расчета потребной мощности привода рабочих органов машин и агрегатов. Алгоритм проведения расчетов при конструировании машин и агрегатов.
3. Принципы динамического расчета элементов машин и агрегатов. Основные понятия. Свободные, вынужденные, параметрические автоколебания деталей и узлов машин и агрегатов.
4. Принципы расчета и конструирования машин и агрегатов. Принципиальная и структурная схема машин и агрегатов. Рабочий и холостой ход машины. Технологический, рабочий и кинематический циклы машин и агрегатов.
5. Исполнительные и передаточные механизмы машин и агрегатов. Общие требования. Классификация. Рычажные механизмы, винтовые механизмы, зубчатые механизмы, расчеты механизмов.
6. Гидравлические, пневматические и электрические приводы рабочих органов.

## **РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН И АГРЕГАТОВ**

1. Разработка и повышение эффективности методов технического обслуживания, диагностики, ремонтпригодности и технологии ремонта машин и агрегатов в целях обеспечения надежной и безопасной эксплуатации и продления ресурса.

2. Принципы организации оценки технического состояния и ремонтных циклов. Виды и состав технического обслуживания машин и агрегатов.
3. Техническая диагностика. Диагностические параметры. Методы определения предельного состояния деталей машин и агрегатов.
4. Система планово-предупредительных ремонтов машин и агрегатов.

## **РАЗДЕЛ 5. МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ СКЛАДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА (ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП К ОБОГАЩЕНИЮ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ)**

1. Типы и устройство механизированных складов.
2. Устройство и конструкция вагоноопрокидывателей. Расчеты вагоноопрокидывателей.
3. Устройство и конструкция перегрузочных грейферных кранов
4. Комплексы усреднительных машин (штабелеукладчик, усреднитель). Расчеты усреднителей.

## **РАЗДЕЛ 6. ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

1. Понятие грохочение. Оборудование для грохочения, его классификация. Расчет требуемого количества грохотов. Расчета эффективности грохочения.
2. Понятия дробление и измельчение. Виды дробления и измельчения. Краткая характеристика способов дробления руд: раздавливание, раскалывание и т.д. Примеры видов оборудования, где применяется данные способы дробления.
3. Классификация дробилок, их конструкции. Классификация щековых дробилок. Конструкции щековых, конусных, валковых дробилок, дробилок ударного действия. Выбор и расчет дробилок
4. Измельчение. Классификация и конструкции барабанных мельниц. Факторы, влияющие на крупность измельченной руды. Расчет шаровых мельниц. Выбор и расчет оборудования для измельчения.
5. Оборудование для классификации. Виды классификаторов. Расчет разделения частиц в механическом классификаторе. Гидроциклоны. Выбор и расчет гидроциклонов.
6. Расчета гидроциклона для работы в замкнутом цикле с шаровой мельницей.
7. Флотационные машины. Их виды. Особенности работы и конструкции флотационных машины. Расчет необходимого количества флотационных машин камерного и чанового типа.
8. Понятия сгущение и сгустители. Основные виды и описание конструкций сгустителей.

## **РАЗДЕЛ 7. ПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

1. Основные характеристики плавильного производства. Грузопотоки плавильного производства.
2. Классификация электрических печей. Общее понятие печей сопротивления, дуговых, индукционных, оптических, установкам электронно-лучевого нагрева.
3. Электродуговые печи их классификация. Устройство электродуговых печей. Расчет дуговых сталеплавильных печей.
4. Понятие отражательная печь. Виды отражательных печей по принципу работы. Конструкция отражательной печи.
5. Понятие доменная печь. Особенность доменного процесса. Основные характеристики и конструктивные элементы доменной печи.
6. Сходство и различие, достоинства и недостатки шахтных и доменных печей. Область применения шахтных печей. Особенности конструкции шахтных печей.
7. Принцип работы шахтных печей. Устройства загрузки и выгрузки шахтных печей.
8. Оборудование отражательных печей.
9. Плавка в жидкой ванне (плавка Ванюкова).
10. Металлургический конвертер. Основные типы и устройство. Устройство и работа горизонтального конвертера.
11. Оборудование для уборки жидкого металла: металлургические ковши, специальные ковши и разливочные желоба, шлаковозы.
12. Разливочные машины и их оборудование: карусельные машины, ленточные разливочные машины, установки полунепрерывного и непрерывного литья заготовок.
13. Материалы, применяемые в металлургическом печестроении: Огнеупорные материалы, их классификация и свойства. Теплоизоляционные материалы.

## **РАЗДЕЛ 8. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ**

1. Методы и способы обработки металлов резанием и давлением.
2. Металлорежущие станки и инструмент. Технологические процессы получения заготовок.
3. Главные линии рабочих клеток прокатных станов: общее устройство главных линий, рабочие клеи и их конструктивные узлы.
4. Основные характеристикиковки. Элементарные операцииковки. Ковочное оборудование и его размещение в производственных отделениях: инструмент дляковки, основные видыковочного оборудования. Выбор оборудования дляковки, компоновка производственных отделенийковки поковок.

5. Прессование: Общая теория прессования. Прессовое оборудование. Прессовой инструмент.
6. Волочение: Процесс волочения. Классификация и описание волочильных станов. Волочильные станы с прямолинейным движением материала. Барабанные станы однократного волочения. Многократные станы. Трубоволоочильные станы.

## **2.2. ВОПРОСЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.5.21 – МАШИНЫ, АГРЕГАТЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**

1. Машин и агрегаты их классификация. Основные признаки классификации машин и агрегатов.
2. Основные технико-экономические показатели и оценка эффективности машин и агрегатов.
3. Основные виды износа машин и агрегатов.
4. Износостойкость рабочих органов машин и агрегатов.
5. Общая структура механизмов машин и агрегатов. Анализ этих механизмов.
6. Суть силового расчета механизмов машин и агрегатов.
7. Технологичность машин и агрегатов на соответствие их конструкций оптимальным способам изготовления и сборки.
8. Уравновешивание вращающихся частей машин и агрегатов.
9. Рациональность конструкции машин и агрегатов: формы траектории и скоростей движения рабочих органов, конструкции исполнительных и передаточных механизмов.
10. Стандартизация и унификация деталей и узлов машин и агрегатов.
11. Основные требования по технике безопасности, пожаровзрывобезопасности, предъявляемые к машинам и агрегатам.
12. Положения теории надежности машин и агрегатов.
13. Отказы, ремонтпригодность, долговечность и пути повышения надежности машин и агрегатов.
14. Как обеспечивается надежность машин и агрегатов на этапах их проектирования, изготовления и эксплуатации.
15. Проектирование машин и агрегатов. Понятие ресурса машин и агрегатов и методы его. Накопление повреждений в машинах и агрегатах при наличии усталостных явлений.
16. Классификация материалов. Требования, предъявляемые к материалам деталей оборудования.
17. Стальные металлы. Классификация, маркировка и область применения.
18. Цветные металлы и их сплавы. Неметаллические материалы

19. Специальные металлы, сплавы и неметаллические материалы, применяемые в машинах и агрегатах.
20. Методы защиты деталей машин и агрегатов от коррозии.
21. Производительность машин и агрегатов и ее расчет.
22. Потребная мощность привода рабочих органов машин и агрегатов и ее расчет.
23. Динамический расчет элементов машин и агрегатов.
24. Принципы расчета и конструирования машин и агрегатов.
25. Исполнительные и передаточные механизмы машин.
26. Гидравлические, пневматические и электрические приводы рабочих органов.
27. Методы технического обслуживания, диагностики, ремонтпригодности и технологии ремонта машин и агрегатов в целях обеспечения надежной и безопасной эксплуатации и продления ресурса.
28. Принципы организации оценки технического состояния и ремонтных циклов. Виды и состав технического обслуживания машин и агрегатов.
29. Техническая диагностика машин и агрегатов.
30. Система планово-предупредительных ремонтов машин и агрегатов.
31. Типы и устройство механизированных складов.
32. Устройство и конструкция вагоноопрокидывателей. Расчеты вагоноопрокидывателей.
33. Устройство и конструкция перегрузочных грейферных кранов
34. Комплексы усреднительных машин (штабелеукладчик, усреднитель). Расчеты усреднителей.
35. Понятие грохочение. Оборудование для грохочения, его классификация. Расчет требуемого количества грохотов. Расчета эффективности грохочения.
36. Понятия дробление и измельчение. Виды дробления и измельчения. Краткая характеристика способов дробления руд: раздавливание, раскалывание и т.д. Примеры видов оборудования, где применяется данные способы дробления.
37. Классификация дробилок, их типовые конструкции. Выбор и расчет дробилок.
38. Классификация и конструкции щековых дробилок.
39. Классификация дробилок. Конусные дробилки.
40. Классификация дробилок. Конструкции валковых дробилок
41. Классификация дробилок. Дробилки ударного действия
42. Классификация и конструкции барабанных мельниц. Факторы, влияющие на крупность измельченной руды.

43. Расчет шаровых мельниц.
44. Выбор и расчет оборудования для измельчения.
45. Оборудование для классификации. Виды классификаторов. Расчет разделения частиц в механическом классификаторе.
46. Гидроциклоны. Выбор и расчет гидроциклонов. Расчет гидроциклона для работы в замкнутом цикле с шаровой мельницей.
47. Флотационные машины. Их виды. Особенности работы и конструкции флотационных машин. Расчет необходимого количества флотационных машин камерного и чанового типа.
48. Понятия сгущение и сгустители. Основные виды и описание конструкций сгустителей.
49. Основные характеристики плавильного производства. Грузопотоки плавильного производства.
50. Классификация электрических печей. Общее понятие печей сопротивления, дуговых, индукционных, оптических, установкам электронно-лучевого нагрева.
51. Электродуговые печи их классификация. Устройство электродуговых печей. Расчет дуговых сталеплавильных печей.
52. Понятие отражательная печь. Виды отражательных печей по принципу работы. Конструкция отражательной печи.
53. Понятие доменная печь. Особенность доменного процесса. Основные характеристики и конструктивные элементы доменной печи.
54. Шахтные печи. Область применения шахтных печей. Особенности конструкции шахтной печи для плавки окисленных никелевых руд.
55. Оборудование отражательных печей.
56. Принцип работы шахтных печей. Устройства загрузки и выгрузки шахтных печей.
57. Плавка в жидкой ванне (плавка Ванюкова).
58. Металлургический конвертер. Основные типы и устройство. Устройство и работа горизонтального конвертера.
59. Оборудование для уборки жидкого металла: металлургические ковши, специальные ковши и разливочные желоба, шлаковозы.
60. Разливочные машины и их оборудование: карусельные машины, ленточные разливочные машины, установки полунепрерывного и непрерывного литья заготовок.
61. Разливочные машины и их оборудование: карусельные машины.
62. Разливочные машины и их оборудование: ленточные разливочные машины.

63. Разливочные машины и их оборудование: установки полунепрерывного и непрерывного литья заготовок.
64. Материалы, применяемые в металлургическом печестроении.
65. Методы и способы обработки металлов резанием и давлением.
66. Металлорежущие станки и инструмент. Технологические процессы получения заготовок.
67. Главные линии рабочих клеток прокатных станов: общее устройство главных линий, рабочие клеи и их конструктивные узлы.
68. Основные характеристикиковки. Элементарные операцииковки.
69. Ковочное оборудование и его размещение в производственных отделениях: инструмент дляковки, основные виды ковочного оборудования. Выбор оборудования дляковки, компоновка производственных отделенийковки поковок.
70. Прессование: Общая теория прессования. Прессовое оборудование. Прессовой инструмент
71. Волочение: Процесс волочения. Классификация и описание волочительных станов.
72. Волочение. Волочительные станы с прямолинейным движением материала.
73. Волочение. Барабанные станы однократного волочения.
74. Волочение. Многократные станы.
75. Волочение. Трубоволочительные станы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горячев Б.Е. Добыча, подготовка и обогащение сырья цветных металлов: учебник / Б.Е. Горячев, А.А. Николаев. – М.: Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2021. – 368 с.
2. Теория и технологияковки: учебное пособие / В.Р. Каргин, Б.В. Каргин, Е.В. Арышенский. – Самара: Издательство Самарского университета, 2021 – 144 с.: ил
3. Игнаткина В.А. Обогащение полезных ископаемых: учеб. пособие для выполнения домашнего задания / В. А. Игнаткина. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2020. – 87 с.
4. Технология обработки цветных металлов и сплавов: Учебное пособие/ А.Б. Найзабеков, С.Н. Лежнев, С.С. Айнабекова и др. – Рудный: РИИ, 2019. – 101 с.
5. Оборудование кузнечно-штамповочных цехов. Кривошипные машины: учеб. пособие / В.Г. Бурдуковский, Ю.В. Инатович. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 168 с.
6. Шарипов Л.Х. Щековые дробилки. Конструкции и расчеты: учеб. пособие /Л.Х. Шарипов; Воронежский ГАСУ. –Воронеж, 2016. -84 с.
7. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебник / А. Н. Веремеевич, С. М. Горбатюк, И. Г. Морозова и [др.]; под. ред. С. М. Горбатюка. - Москва: Изд. Дом МИСиС, 2015. - 328 с.
8. Думов А.А., Николаев А.А. Оборудование фабрик по переработке минерального сырья [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2016. - 223 с.
9. Лежнев С.Н. Теоретические основы обработки металлов давлением: Учебное пособие. – Темиртау: КГИУ, 2013. – 124 с.
10. Механическое оборудование по обработке металлов давлением [Текст]: метод. Указ. К самост. Работе / сост.: С.С.Пилипенко, А.П.Потапенков, Ю.Г. Серебренников; Норильсктй индустр. Ин-т. -Норильск: НИИ, 2012. – 72 с.
11. Рожихина И.Д., Нохрина О.И. Конструкции и проектирование дуговых печей: учеб. пособие / И.Д. Рожихина, О.И. Нохрина; Сиб. Гос. Индустр. Ун-т. - Новокузнецк: Изд. Центр СибГИУ, 2011. – 311 с.
12. Барков Н.А., Катрюк В.П., Ворошилов Д.С. Ф 20 Оборудование прокатно-прессово-волочильных цехов. Конспект лекций. [Текст] / сост. Н.А. Барков, В.П. Катрюк, Д.С. Ворошилов – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – 80 с.
13. Пилипенко, С.С. Механическое оборудование металлургических цехов [Текст]: учеб. пособие / С.С. Пилипенко; Норильский индустр. ин-т. – Норильск: НИИ, 2009.

14. Марченко Н.В. Metallургия тяжелых цветных металлов [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Н. В. Марченко, Е. П. Вершинина, Э. М. Гильдебрандт. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – (Metallургия тяжелых цветных металлов: УМКД № 1821/1003–2008 / рук. творч. коллектива Е. П. Вершинина). – 1 электрон. опт. диск (DVD).
15. Богданов, С.П. Расчет дуговых сталеплавильных печей [Текст]: методические указания / С.П.Богданов – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006.- 44с.
16. Пилипенко, С.С. Metallургические печи [Текст]: атлас конструкций: учебное пособие / С.С. Пилипенко, Л.В. Никоноров, Ю.Г. Серебренников; Норильский индустр. ин-т. – Норильск: НИИ, 2006.
17. Технология машиностроения [Текст]: учебник для вузов / Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погонин и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 526 с.
18. Константинов Е.Г., Пилипенко С.С. Материалы, применяемые в metallургическом печестроении, и их использование в плавильных агрегатах заводов цветной metallургии: Учебное пособие / Норильский индустр. ин-т. – Норильск, 2001. – 151 с.
19. Машины и агрегаты metallургических заводов: учеб. для вузов / А.И. Целиков [и др.]. - Т. 1. -М.: Metallургия, 1987. - 438 с.
20. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учебн. для вузов / С.Т. Антипов [и др.]; Под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. -М.: Высш. шк., 2001. -703 с.
21. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2: Учебн. для вузов / С.Т. Антипов [и др.]; Под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. - М.: Высш. шк., 2001.- 680 с.
22. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов: учебник для ВУЗов. - М.: МГТУ, 2000. – 592 с.
23. Технология машиностроения. В 2-х т. Т. 1. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / Под общей ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 564 с.
24. Технология машиностроения. В 2-х т. Т. 2. Производство машин: учебник для вузов / Под общей ред. Г.Н. Мельникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 640 с.
25. Ключев В.В. Справочник. Неразрушающий контроль и диагностика. - М.: Машиностроение, 1995. - 488 с.
26. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод. М.: Недра, 1991.
27. Николаев Г.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование. - М.: Высш. школа, 1990. - 446 с.

28. Механическое оборудование заводов цветной металлургии: Учебник для вузов. В 3-х частях. Ч.1. Притыкин Д.П. Механическое оборудование для подготовки шихтовых материалов. - М: Металлургия, 1988. – 392 с.
29. Механическое оборудование заводов цветной металлургии: Учебник для вузов. В 3-х частях. Ч.2. Кохан Л.С., Сапко А.И., Жук А.Я. Механическое оборудование для цехов производства цветных металлов. - М: Металлургия, 1988. – 328 с.
30. Механическое оборудование заводов цветной металлургии: Учебник для вузов. В 3-х частях. Ч.3. Королев А.А., Навроцкий А.Г., Вердеревский В.А. и др. Механическое оборудование цехов по обработке цветных металлов. - М: Металлургия, 1989. – 624 с.
31. Фролов К.В., Попов С.А., Мусатов А.К. Теория механизмов и машин. - М.: Высш. шк., 1987.- 495 с.
32. Автоматические линии в машиностроении: Справочник. В 3-х т. М: Машиностроение. 1984 -1985. 1200 с.
33. Фролов К.В. Методы совершенствования машин и современные проблемы машиноведения. – М.: Машиностроение, 1984. - 224 с.
34. Вейц В.Л., Каловский М.З., Кочура А.Е. Динамика управляемых машинных агрегатов. - М.: Машиностроение, 1984. - 351 с.
35. Решетов Д. Н. Детали машин. - М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.
36. Орлов П.И. Основы конструирования. – В 3-х т.- М.: Машиностроение, 1977. – Т.1.- 623 с.; Т.2.- 574 с.; Т.3.- 357 с.
37. Проников А.С. Надежность машин. - М.: Машиностроение. 1978. – 295 с.