

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра машин металлургического комплекса



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебной работе

Д. В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программные пакеты для инженерных расчетов
(наименование)

15.04.02 Технологические машины и оборудование
(код, наименование направления)

Мониторинг и диагностика надежности металлургического оборудования
(образовательная программа)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Основной целью освоения дисциплины «Программные пакеты для инженерных расчетов» – формирование у студентов:

- комплекса теоретических знаний и практических навыков в сфере моделирования физических, химических, тепловых, термодинамических и технологических процессов в металлургии, математических и экспериментально-статистических методов описания и анализа моделируемых процессов, создание и оптимизация математических моделей узлов, механизмов, машин;

- приобретения навыков применения прикладных программных средств при решении практических вопросов, проектирования, обработки массивов данных, построение математических моделей, получения графических и иных интерпретаций получаемой информации.

Задачи дисциплины:

Получение профессиональных навыков по профилю специальности:

- формирование профессиональных умений и навыков в постановке задачи и построения математической модели для исследования основных процессов в металлургии, технологических операций по эксплуатации металлургических машин и управления производством;

- использования программных математических комплексов для решения задач моделирования металлургических процессов, их теоретического и экспериментального исследования.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональных (ОПК-13) компетенций выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 «Факкультативные дисциплины (модули)», формируемые участниками образовательных отношений по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (образовательная программа магистра «Мониторинг и диагностика надежности металлургического оборудования»).

Дисциплина реализуется кафедрой машин металлургического комплекса. Основывается на базе дисциплин подготовки бакалавра: «Информатика», «Теория технических систем», «САПР», «Основы проектирования металлургических машин», «Эксплуатация и обслуживание металлургического оборудования», «Металлургические технологии и комплексы».

Является основой для научно-исследовательской работы и выполнения выпускной квалификационной работы.

Программа дисциплины строится на предпосылке, что студенты обладают знаниями в области информационных технологий и работы в сети Интернет, знанием английского языка в объеме, позволяющем читать научную и учебную литературу.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 ак.ч.

При очной форме обучения программой дисциплины предусмотрены практические (36 ак.ч.) и самостоятельная работа студента (36 ак.ч.).

При заочной форме обучения программой дисциплины практические (6 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (66 ак.ч.).

Дисциплина при очной и заочной форме обучения изучается на 2 курсе в 3 семестре обучения по образовательной программе магистратуры. Форма промежуточной аттестации – зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В результате освоения учебных материалов обучающийся должен овладеть компетенциями, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3
Общепрофессиональные компетенции		
Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	ОПК-6	ОПК-6.1. Знать средства коммуникаций и связи; ОПК-6.2. Владеть технологией работы в интегрированной среде; ОПК-6.3. Владеть навыками работы с информацией: находить, оценивать и использовать информацию из различных источников, необходимую для решения научных и профессиональных задач (в том числе, на основе системного подхода)

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 72 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает подготовку к практическим занятиям и контрольной работе, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак. ч. по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	—	—
Лекции (Л)	—	—
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	—	—
Курсовая работа/курсовой проект	—	—
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	36	36
Подготовка к лекциям	—	—
Подготовка к лабораторным работам	—	—
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	—	—
Расчетно-графическая работа (РГР)	—	—
Реферат (индивидуальное задание)	—	—
Домашнее задание	—	—
Подготовка к контрольной работе	6	6
Подготовка к коллоквиуму	—	—
Аналитический информационный поиск	—	—
Работа в библиотеке	6	6
Подготовка к зачету	6	6
Промежуточная аттестация – зачет	3	3
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. ч.	72	72
з. е.	2	2

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 2 темы:

- тема 1 (Моделирование детерминированных и стохастических процессов, математический аппарат, используемый в расчетах);
- тема 2 (Численные методы для анализа и расчета технических систем).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. Ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. Ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Моделирование детерминированных и стохастических процессов, математический аппарат, используемый в расчетах	–	–	Обобщение данных, выявление закономерностей. Пакет Excel и Statistica Построение линейных и нелинейных моделей: Statistica Построение и исследование регрессионных моделей: MathCAD Построение и исследование параметрических и имитационных моделей: MathLab, SimuLink, Engage	4 4 4 4	– – – –	– – – –
2	Численные методы для анализа и расчета технических систем	–	–	Вычислительные средства и возможности пакета Компас Вычислительные средства и возможности пакета T-Flex Вычислительные средства и возможности пакета Autodesk Fusion Вычислительные средства и возможности пакета Ansys Вычислительные средства и возможности пакета LS-Dyna	4 4 4 4 4	– – – – –	– – – – –
Всего аудиторных часов:				–	36	–	–

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Моделирование детерминированных и стохастических процессов, математический аппарат, используемый в расчетах	–	–	Программные пакеты математического моделирования и расчетов	2	–	–
2	Численные методы для анализа и расчета технических систем	–	–	Программные пакеты инженерных расчетов и моделирования (отечественные и зарубежные)	4	–	–
Всего аудиторных часов:			–		6	–	–

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-6	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- практические работы – всего 60 баллов;
- контрольные работы – всего 40 баллов.

Зачет по дисциплине «Программные пакеты для инженерных расчетов» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, он имеет право повысить итоговую оценку. Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачет
0-59	не зачтено
60-73	зачтено
74-89	зачтено
90-100	зачтено

6.2 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Моделирование детерминированных и стохастических процессов, математический аппарат, используемый в расчетах

1) Что такое детерминированный процесс и чем он отличается от стохастического?

2) Цели моделирования детерминированных процессов?

- 3) Какие этапы включает в себя процесс построения математической модели?
- 4) Как оценивают адекватность модели?
- 5) Какие основные типы математических моделей детерминированных процессов вам известны?
- 6) Какие основные разделы математики используются при моделировании детерминированных процессов?
- 7) Какие типы данных поддерживает Excel?
- 8) Как создать формулу в Excel? Какие операторы используются в формулах?
- 9) Какие основные функции Excel вам известны (СУММ, СРЗНАЧ, и др.)?
- 10) Как создать диаграмму в Excel? Какие типы диаграмм вы знаете и для чего они используются?
- 11) Как теория матриц и линейная алгебра используются при моделировании детерминированных систем?
- 12) Как отсортировать, отфильтровать данные в Excel?
- 13) Что такое сводная таблица (PivotTable) и для чего она используется?
- 14) Как использовать макросы в Excel для автоматизации задач?
- 15) Что такое Statistica и для чего он используется? Какие типы данных поддерживаются?
- 16) Как импортировать данные в Excel или Statistica из различных источников?
- 17) Какие основные статистические функции и процедуры доступны в Statistica?
- 18) Как выполнить описательную статистику для набора данных в Statistica?
- 19) Как построить гистограмму и другие графики для визуализации данных в Statistica?
- 20) Что такое гипотеза и как её проверить с помощью Statistica?
- 21) Как выполнить анализ дисперсии (ANOVA) в Statistica?
- 22) Как математическое моделирование помогает в инженерных расчетах и проектировании?
- 23) Как построить диаграмму рассеяния (scatterplot) в Statistica и оценить корреляцию между переменными?
- 24) Как выполнить линейную регрессию в Statistica?
- 25) Как интерпретировать результаты регрессионного анализа?

Тема 2 Численные методы для анализа и расчета технических систем

- 1) Что такое численные методы и зачем они нужны в анализе технических систем и процессов?
- 2) Какие основные этапы решения задачи численными методами?
- 3) Как в Компасе можно рассчитать массу и центр масс детали или сборки?
- 4) Какие инструменты предоставляет Компас для расчёта геометрических характеристик (площадь, периметр, объём и т. д.)?
- 5) Как можно использовать Компас для проведения простейших прочност-

ных расчетов?

6) Какие вычислительные инструменты Компас предлагает для анализа кинематики механизмов?

7) Как Компас позволяет оптимизировать геометрию детали с точки зрения прочности и веса?

8) Какие возможности Компас предлагает для расчета себестоимости изделия на основе данных из модели?

9) Как Компас помогает автоматизировать процесс создания спецификаций и ведомостей материалов?

10) Опишите возможности T-Flex CAD для расчёта геометрических характеристик (площадь, объём, масса, центр масс и т. д.).

11) Какие возможности интеграции с CAE-системами (для прочностного, теплового и других видов анализа) предоставляет T-Flex CAD?

12) Опишите возможности T-Flex CAD по параметрическому моделированию и автоматическому пересчёту моделей при изменении параметров.

13) Как можно использовать T-Flex CAD для моделирования и анализа технологических процессов?

14) Какие возможности T-Flex CAD предлагает для создания пользовательских приложений и макросов для автоматизации вычислительных задач?

15) Как можно использовать данные, полученные в результате вычислений в T-Flex CAD, для принятия инженерных решений?

16) Как T-Flex CAD поддерживает работу с большими сборками и обеспечивает высокую производительность вычислений?

17) Какие вычислительные модули и расширения доступны для T-Flex CAD и какие задачи они решают?

18) Какие возможности Fusion 360 предлагает для проведения прочностного анализа (FEA)?

19) Какие типы нагрузок и ограничений можно задавать при прочностном анализе в Fusion 360?

20) Какие инструменты Fusion 360 предоставляет для теплового анализа?

21) Как Fusion 360 позволяет моделировать и анализировать движения механизмов (кинематический анализ)?

22) Какие возможности CAM (автоматизированного производства) встроены в Fusion 360 и как они используют вычислительные ресурсы?

23) Как можно использовать API Fusion 360 для создания пользовательских приложений и автоматизации вычислительных задач?

24) Как Fusion 360 интегрируется с другими продуктами Autodesk и какие преимущества это даёт для вычислительных задач?

25) Что такое Ansys и для каких типов инженерных задач он предназначен?

26) Какие основные модули входят в состав пакета Ansys и какие виды анализа они позволяют выполнять?

27) Опишите процесс решения задачи в Ansys, начиная с создания геометрии и заканчивая получением результатов.

28) Какие методы дискретизации используются в Ansys для решения задач

методом конечных элементов (МКЭ)?

29) Какие типы моделей материалов поддерживаются в Ansys?

30) Какие типы граничных условий и нагрузок можно задавать в Ansys?

31) Какие решатели (solvers) доступны в Ansys и для каких типов задач они предназначены?

32) Как осуществляется контроль сходимости решения в Ansys?

33) Какие инструменты Ansys предоставляет для визуализации и анализа результатов расчета?

34) Как Ansys позволяет проводить параметрическое моделирование и оптимизацию?

35) Какие возможности предоставляет Ansys для моделирования задач теплопередачи и гидродинамики?

36) Как Ansys позволяет моделировать сложные физические явления, такие как взаимодействие жидкости и конструкции (FSI)?

37) Как Ansys позволяет проводить анализ динамических процессов и вибраций?

38) Как Ansys интегрируется с CAD-системами и какие преимущества это даёт при проектировании?

39) Что такое LS-Dyna и для каких типов инженерных задач он преимущественно используется?

40) В чём основное отличие LS-Dyna от других пакетов FEA, таких как Ansys или Abaqus?

41) Какие типы элементов (element types) доступны в LS-Dyna и для каких задач они наиболее подходят?

42) Опишите возможности LS-Dyna для моделирования материалов с нелинейным поведением (например, пластичность, разрушение).

43) Как в LS-Dyna задаются уравнения состояния (equation of state, EOS) и для чего они нужны?

44) Какие возможности предоставляет LS-Dyna для моделирования контактных взаимодействий между телами?

45) Как в LS-Dyna моделируются разрушения материалов (трещины и поломки)?

46) Какие возможности реализованы в LS-Dyna для моделирования ударных нагрузок?

47) Как в LS-Dyna моделируются жидкости и газы (CFD) и их взаимодействие с твёрдыми телами (FSI)?

48) Какие возможности предоставляет LS-Dyna для моделирования процессов штамповки и других видов обработки металлов давлением?

49) Как LS-Dyna использует параллельные вычисления для ускорения решения сложных задач?

50) В каких отраслях промышленности LS-Dyna находит наиболее широкое применение?

6.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации

- 1) Что такое детерминированная система и как ее поведение описывается математически?
- 2) Какие виды математических моделей используются для детерминированных процессов?
- 3) Чем отличается аналитическое и численное моделирование?
- 4) Как используется линейная алгебра (матрицы и векторы) при моделировании систем?
- 5) Как отсортировать, отфильтровать данные в Excel?
- 6) Что такое сводная таблица (PivotTable) и для чего она используется?
- 7) Как использовать макросы в Excel для автоматизации задач?
- 8) Что такое Statistica и для чего он используется? Какие типы данных поддерживаются?
- 9) Как импортировать данные в Excel или Statistica из различных источников?
- 10) Какие основные статистические функции и процедуры доступны в Statistica?
- 11) Как выполнить описательную статистику для набора данных в Statistica?
- 12) Как построить гистограмму и другие графики для визуализации данных в Statistica?
- 13) Что такое гипотеза и как её проверить с помощью Statistica?
- 14) Какие математические функции часто встречаются при описании детерминированных процессов?
- 15) Как осуществляется параметризация математической модели?
- 16) Что такое верификация и валидация модели?
- 17) Что такое численный метод и чем он отличается от аналитического решения?
- 18) Какие основные типы погрешностей возникают при использовании численных методов?
- 19) В чём разница между явными и неявными методами численного интегрирования?
- 20) Как математическое моделирование помогает в инженерных расчетах и проектировании?
- 21) Как построить диаграмму рассеяния (scatterplot) в Statistica и оценить корреляцию между переменными?
- 22) Как выполнить линейную регрессию в Statistica?
- 23) Как интерпретировать результаты регрессионного анализа?
- 24) Что такое интерполяция и экстраполяция и зачем они нужны в численных расчётах?
- 25) Какие существуют критерии выбора численного метода для конкретной задачи?
- 29) Как влияет размер шага на точность и стабильность численных решений?

- 30) Как можно использовать Компас для проведения простейших прочностных расчетов?
- 31) Какие вычислительные инструменты Компас предлагает для анализа кинематики механизмов?
- 32) Как Компас позволяет оптимизировать геометрию детали с точки зрения прочности и веса?
- 33) Какие возможности Компас предлагает для расчета себестоимости изделия на основе данных из модели?
- 34) Как Компас помогает автоматизировать процесс создания спецификаций и ведомостей материалов?
- 35) Какие возможности интеграции с CAE-системами (для прочностного, теплового и других видов анализа) предоставляет T-Flex CAD?
- 36) Опишите возможности T-Flex CAD по параметрическому моделированию и автоматическому пересчёту моделей при изменении параметров.
- 37) Как можно использовать T-Flex CAD для моделирования и анализа технологических процессов?
- 38) Какие возможности T-Flex CAD предлагает для создания пользовательских приложений и макросов для автоматизации вычислительных задач?
- 39) Как можно использовать данные, полученные в результате вычислений в T-Flex CAD, для принятия инженерных решений?
- 40) Как T-Flex CAD поддерживает работу с большими сборками и обеспечивает высокую производительность вычислений?
- 41) Какие вычислительные модули и расширения доступны для T-Flex CAD и какие задачи они решают?
- 42) Какие типы нагрузок и ограничений можно задавать при прочностном анализе в Fusion 360?
- 43) Какие инструменты Fusion 360 предоставляет для теплового анализа?
- 44) Как Fusion 360 позволяет моделировать и анализировать движения механизмов (кинематический анализ)?
- 45) Какие основные модули входят в состав пакета Ansys и какие виды анализа они позволяют выполнять?
- 46) Опишите процесс решения задачи в Ansys, начиная с создания геометрии и заканчивая получением результатов.
- 47) Какие методы дискретизации используются в Ansys для решения задач методом конечных элементов (МКЭ)?
- 48) Какие возможности предоставляет LS-Dyna для моделирования контактных взаимодействий между телами?
- 49) Как в LS-Dyna моделируются разрушения материалов (трещины и поломки)?
- 50) Какие возможности реализованы в LS-Dyna для моделирования ударных нагрузок?

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 510 с. — Текст : электронный — URL: <https://urait.ru/bcode/535380> (дата обращения: 29.08.2024).

2. Колдаев В. Д. Численные методы и программирование : учебное пособие/ В. Д. Колдаев: под ред. Проф. Л.Г. Гагариной – Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФА-Б. 2024. – 336 с. — Текст : электронный — URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=449087> (дата обращения: 28.08.2024).

Дополнительная литература

1. Леушин И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник/ И. О. Леушин. – М.: ФОРУМ: ИНФА-Б. 2019. – 207 с. — Текст : электронный — URL: <https://znanium.ru/read?id=355608>

3. Лепило, Н.Н. Пакет Mathcad : учеб.-метод. пособие для студ., обуч. по напр. подгот. 38.03.05 "Бизнес - информатика" и студ. техн. спец. / Н.Н. Лепило, Н.А. Подгорная . — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР ДонГТУ, 2020 . — 137 с. : ил. <http://dspace.dstu.education:8080/jspui/handle/123456789/1816>

3. Документация по программным пакетам.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1 Научная библиотека ДонГТУ – library.dstu.education

2 Электронная библиотека БГТУ им. Шухова – <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>

3 Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

4 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red

5 Электронно-библиотечная система IPR BOOKS – [Сублицензионный договор с ООО "Научно-производственное предприятие "ТЭД КОМПАНИ", http://www.iprbookshop.ru/](http://www.iprbookshop.ru/)

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

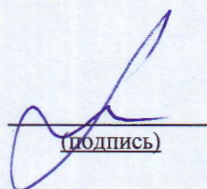
Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Количество посадочных мест – 38 шт. Доска для написания мелом – 1шт. Компьютер ПК на базе Intel(R) Pentium(R) Gold G6405 CPU @ 4.10GHz – 13 шт. Компьютер Intel Pentium(R)-4 CPU @2.40GHz – 1 шт. Компьютер ПК на базе Intel CeleronCPU @2.40GHz – 2шт. Компьютер Intel Pentium(R) Dual-Core CPU E5200 @2.50GHz – 1 шт. Мультимедийный проектор Accer – 1 шт. Web камера – 1шт. Колонки (комплект) – 1 шт. Рециркулятор – 1 шт. Экран для проектора S`OK CINEMA MOTOSCREEN – 1 шт.	ауд. <u>222</u> корп. <u>1</u>

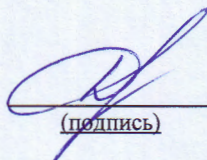
Лист согласования РПД

Разработал
доцент кафедры машин
металлургического комплекса
(должность)


(подпись)

В. А. Козачишен
(ФИО)

Заведующий кафедрой машин
металлургического комплекса

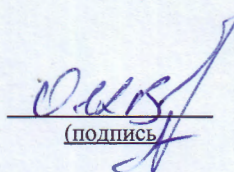

(подпись)

Н. А. Денисова
(ФИО)

Протокол № 1
заседания кафедры машин
металлургического комплекса

От 30 августа 2024 года

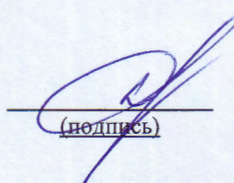
И.о. декана факультета
горно-металлургической промыш-
ленности и строительства


(подпись)

О. В. Князьков
(ФИО)

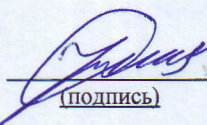
Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготов-
ки 15.04.02 Технологические машины
и оборудование («Мониторинг и ди-
агностика надежности металлургиче-
ского оборудования»)


(подпись)

Н. А. Денисова
(ФИО)

Начальник учебно-методического
центра


(подпись)

О. А. Коваленко
(ФИО)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	