

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 (ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ

(наименование дисциплины)

28.03.02 «Наноинженерия»

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Инженерные нанотехнологии в машиностроении

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2. Способен разрабатывать рекомендации по использованию результатов исследований для реального сектора экономики.	<p>ПК-2.1. Знает классы материалов и наноструктурированных материалов и области их применения.</p> <p>ПК-2.2. Умеет выполнять научные исследования и эксперименты с изделиями из наноструктурированных материалов.</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками разработки рекомендаций по использованию результатов исследований наноструктурированных материалов для реального сектора экономики.</p>	<p>Знает классы наноструктурированных материалов и области их применения.</p> <p>Умеет выполнять научные исследования и численные эксперименты с изделиями из наноструктурированных материалов.</p> <p>Владеет навыками разработки рекомендаций по использованию результатов численных исследований наноструктурированных материалов для реального сектора экономики.</p>	Индивидуальное практико-ориентированное задание, контрольные и тестовые вопросы
ПК-4. Способен проектировать изделия из наноструктурированных композитных материалов	<p>ПК-4.1. Знает опыт ведущих организаций при проектировании изделий из наноструктурированных композитных материалов.</p> <p>ПК-4.2. Умеет разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты изделий из наноструктурированных композитных материалов.</p> <p>ПК-4.3. Владеет навыками разработки проектной документации опытного образца (опытной партии) изделий из наноструктурированных композитных материалов.</p>	<p>Знает опыт ведущих организаций при проектировании изделий из наноструктурированных композитных материалов.</p> <p>Умеет моделировать состояние изделий из наноструктурированных композитных материалов при разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий из наноструктурированных композитных материалов.</p> <p>Владеет навыками работы в современных САЕ-комплексах и комплексах компьютерной математики при разработке проектной документации опытного образца (опытной партии) изделий из наноструктурированных композитных материалов.</p>	Индивидуальное практико-ориентированное задание, контрольные и тестовые вопросы

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа

4.1. Тематический план (форма обучения - очная)

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки	СРП			
	Раздел 1.			6	2				21		
1	Общие понятия математического моделирования. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Современные компьютерные технологии для решения научных и производственных задач. Современные расчетные комплексы.	6	1-2	2					7	Рейтинг контроль № 1	
2	Понятие алгоритма. Способы описания алгоритмов. Типовые структуры алгоритмов. Структурный синтез алгоритмов.	6	3-4	2	2				7		
3	Аналитические и численные методы решения задач. Погрешности вычислений, источники погрешностей, уменьшение погрешностей, устойчивость, корректность, сходимость.	6	5-6	2					7		
	Раздел 2.			6	6			5	39		
4	Численное интегрирование, численное дифференцирование.	6	7-8	2	2			2	13	Рейтинг контроль № 2	
5	Численные методы решения алгебраических уравнений.	6	9-10	2	2			1	13		
6	Численные методы решения дифференциальных уравнений первого и второго порядков.	6	11-12	2	2			2	13		
	Раздел 3.			6	10		2	4	39		
7	Особенности решения задач контактного взаимодействия при наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта.	6	13-14	2	4		2	2	13	Рейтинг контроль № 3	
8	Моделирование теплопередачи и теплонапряженного состояния при наличии наноструктурированных покрытий.	6	15-16	2	4			2	13		
9	Моделирование тепловых процессов и теплопередачи при лазерной обработке детали, лазерной сварке и лазерных аддитивных технологий	6	17-18	2	2				13		
Всего за 6 семестр:						18	18		9	99	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР											
Итого по дисциплине						18	18		9	99	Зачет

4.2 Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1.

Тема 1.

Содержание темы.

Общие понятия математического моделирования. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Современные компьютерные технологии для решения научных и производственных задач. Современные расчетные комплексы

Тема 2.

Содержание темы.

Понятие алгоритма. Способы описания алгоритмов. Типовые структуры алгоритмов. Структурный синтез алгоритмов.

Тема 3.

Содержание темы.

Аналитические и численные методы решения задач. Погрешности вычислений, источники погрешностей, уменьшение погрешностей, устойчивость, корректность, сходимость.

Раздел 2.

Тема 4.

Содержание темы.

Численное интегрирование, численное дифференцирование

Тема 5.

Содержание темы.

Численные методы решения алгебраических уравнений.

Тема 6.

Содержание темы.

Численные методы решения дифференциальных уравнений первого и второго порядков.

Раздел 3.

Тема 7.

Содержание темы.

Особенности решения задач контактного взаимодействия при наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта.

Тема 8.

Содержание темы.

Моделирование теплопередачи и теплонапряженного состояния при наличии наноструктурированных покрытий.

Тема 9.

Содержание темы.

Моделирование тепловых процессов и теплопередачи при лазерной обработке детали, лазерной сварке и лазерных аддитивных технологий.

4.3. Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1.

Тема 2.

Содержание практических занятий.

Реализация основных алгоритмов (нахождение экстремумов в массиве чисел, сортировка массива, вычисление суммы ряда с заданной точностью, вычисление произведения ряда и т.д.) на языке программирования Matlab.

Раздел 2.

Тема 4.

Содержание практических занятий.

Численное интегрирование методами трапеций, квадратурных формул Чебышева, численное дифференцирование с использованием интерполяционного полинома Ньютона.

Тема 5.

Содержание практических занятий.

Численный метод Ньютона-Рафсона для решения алгебраических уравнений.

Тема 6.

Содержание практических занятий.

Метод Рунге-Кутты для решения дифференциальных уравнений.

Раздел 3.

Тема 7.

Содержание практических занятий.

Решения задачи упругого контактного взаимодействия методом конечных элементов при наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта.

Тема 8.

Содержание практических занятий.

Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния методом конечных элементов при наличии наноструктурированных покрытий на поверхности тела.

Тема 9.

Содержание практических занятий.

Моделирование процессов теплопередачи методом конечных элементов при использовании лазерных технологий (процессы упрочнения деталей, лазерная сварка, и лазерные аддитивные технологии).

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы к рейтинг-контролю №1

1. Принципы построения математических моделей физических процессов.
2. Современные расчетные комплексы. Понятие алгоритма. Способы описания алгоритмов.
3. Типовые структуры алгоритмов. Структурный синтез алгоритмов.
4. Прямые и итерационные методы решения задач.
5. Погрешности вычислений, источники погрешностей, уменьшение погрешностей, устойчивость, корректность, сходимость.
6. Форматы отображения числовых данных.
7. Функции для представления комплексных чисел.
8. Работа с массивами: ввод, вывод одномерных и двумерных массивов.
9. Работа с массивами: нахождение максимального значения массива.
10. Работа с массивами: нахождение минимального значения массива.
11. Работа с массивами: сортировка массива по возрастанию.
12. Работа с массивами: сортировка массива по убыванию.
13. Алгоритм вычисления суммы n членов ряда.
14. Алгоритм вычисления суммы ряда с заданной точностью.
15. Алгоритм вычисления произведения n членов ряда.

Вопросы к рейтинг-контролю №2

1. Численное интегрирование: метод трапеций.
2. Численное интегрирование: метод Симпсона.
3. Численное интегрирование: квадратурные формулы Чебышева.
4. Численное интегрирование: квадратурные формулы Гаусса.
5. Интерполирование: интерполяционные формулы Ньютона.
7. Применение интерполяционных формул для экстраполяции.
8. Численное дифференцирование: аппроксимация производных.
9. Численное дифференцирование: погрешность численного дифференцирования.
11. Методы решения алгебраических уравнений: метод Ньютона-Рафсона.

12. Методы решения дифференциальных уравнений: метод Рунге-Кутты.
13. Методы решения дифференциальных уравнений второго порядка.

Вопросы к рейтинг-контролю №3

1. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта.
2. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при подвижном контакте с трением и наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта.
3. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при температурных деформациях (в условиях возможного размыкания контакта) и наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта.
4. Алгоритм решения уравнения теплопроводности при стационарном режиме для образцов с наноструктурированными покрытиями. Определение термического сопротивления покрытия.
5. Алгоритм решения уравнения теплопроводности при нестационарном режиме для образцов с наноструктурированными покрытиями. Определение термического сопротивления покрытия.
6. Модель теплового расширения наноструктурных композиционных материалов
7. Модель теплового расширения анизотропных наноструктурных композиционных материалов
8. Модели теплоемкости наноструктурных композиционных материалов. Модель Тарасова.
9. Модели теплоемкости наноструктурных композиционных материалов. Модель Лифшица.
10. Модели теплоемкости наноструктурных композиционных материалов. Модель Хечта - Стокмайера.
11. Механизмы теплопереноса в твердых телах.
12. Модели Айлермана для расчета теплопроводности наноструктурных композиционных материалов
13. Расчет температурных полей методом источников.
14. Применение метода источников для исследования теплового состояния облучаемого объекта.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

1. Принципы построения математических моделей физических процессов.
2. Современные расчетные комплексы. Понятие алгоритма. Способы описания алгоритмов.
3. Типовые структуры алгоритмов. Структурный синтез алгоритмов.
4. Прямые и итерационные методы решения задач.
5. Погрешности вычислений, источники погрешностей, уменьшение погрешностей, устойчивость, корректность, сходимости.
6. Форматы отображения числовых данных.
7. Функции для представления комплексных чисел.
8. Работа с массивами: ввод, вывод одномерных и двумерных массивов.
9. Работа с массивами: нахождение максимального значения массива.
10. Работа с массивами: нахождение минимального значения массива.
11. Работа с массивами: сортировка массива по возрастанию.
12. Работа с массивами: сортировка массива по убыванию.
13. Алгоритм вычисления суммы n членов ряда.
14. Алгоритм вычисления суммы ряда с заданной точностью.
15. Алгоритм вычисления произведения n членов ряда.
16. Численное интегрирование: метод трапеций
17. Численное интегрирование: метод Симпсона.
18. Численное интегрирование: квадратурные формулы Чебышева.
19. Численное интегрирование: квадратурные формулы Гаусса.
20. Интерполирование: интерполяционные формулы Ньютона.
21. Применение интерполяционных формул для экстраполяции.
22. Численное дифференцирование: аппроксимация производных.
23. Численное дифференцирование: погрешность численного дифференцирования.

24. Методы решения алгебраических уравнений: метод Ньютона-Рафсона.
25. Методы решения дифференциальных уравнений: метод Рунге-Кутты.
26. Методы решения дифференциальных уравнений второго порядка.
27. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта.
28. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при подвижном контакте с трением и наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта.
29. Алгоритм численного решения контактных задач методом конечных элементов при температурных деформациях (в условиях возможного размыкания контакта) и наличии наноструктурированных покрытий на поверхностях контакта.
30. Алгоритм решения уравнения теплопроводности при стационарном режиме для образцов с наноструктурированными покрытиями. Определение термического сопротивления покрытия.
31. Алгоритм решения уравнения теплопроводности при нестационарном режиме для образцов с наноструктурированными покрытиями. Определение термического сопротивления покрытия.
32. Модель теплового расширения наноструктурных композиционных материалов.
33. Модель теплового расширения анизотропных наноструктурных композиционных материалов.
34. Модели теплоемкости наноструктурных композиционных материалов. Модель Тарасова.
35. Модели теплоемкости наноструктурных композиционных материалов. Модель Лифшица.
36. Модели теплоемкости наноструктурных композиционных материалов. Модель Хечта - Стокмайера.
37. Механизмы теплопереноса в твердых телах.
38. Модели Айлермана для расчета теплопроводности наноструктурных композиционных материалов.
39. Расчет температурных полей методом источников.
40. Применение метода источников для исследования теплового состояния облучаемого объекта.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу.

Самостоятельная работа студентов направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает в себя:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к контрольным работам.

Темы, выносимые на самостоятельную работу:

1. Численное интегрирование: метод Симпсона.
2. Численное интегрирование: квадратурные формулы Гаусса
3. Применение интерполяционных формул для экстраполяции
4. Методы решения дифференциальных уравнений второго порядка
5. Модель теплового расширения наноструктурных композиционных материалов
6. Модель теплового расширения анизотропных наноструктурных композиционных материалов
7. Модели теплоемкости наноструктурных композиционных материалов. Модель Тарасова.
8. Модели теплоемкости наноструктурных композиционных материалов. Модель Лифшица.
9. Модели теплоемкости наноструктурных композиционных материалов. Модель Хечта - Стокмайера.
10. Механизмы теплопереноса в твердых телах.

11. Модели Айлермана для расчета теплопроводности наноструктурных композиционных материалов

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Численные методы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.В. Карманова. - 2-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА, 2015.	2015	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976523036.html
2. Дмитриев А.С. Введение в нанотеплофизику [Электронный ресурс]/ Дмитриев А.С.— Электрон. текстовые данные. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 792 с	2015	ЭБС «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru/37023
3. Морис П. Поверхность и межфазные границы в окружающей среде. От наноровня к глобальному масштабу [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2015. — 541 с	2015	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70731
4. Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB: учебное пособие / С. В. Поршнев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-1063-7	2021	https://e.lanbook.com/book/167842
Дополнительная литература		
1. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2015. — 434 с.	2015	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66203
2. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации [Электронный ресурс] / Алямовский А.А. - М.: ДМК Пресс, 2015.	2015	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970601402.html

6.2. Периодические издания

1. Журнал «CADFEM REVIEW» / Научно-технический журнал от компании КАДФЕМ.
2. Журнал «ANSYS Advantage. Русская редакция»/ Инженерно-технический журнал, официальное печатное издание компании ANSYS, Inc.

6.3. Интернет-ресурсы

Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 28.03.02 «Наноинженерия» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=169>

Образовательный математический сайт Exponenta.ru: <http://www.exponenta.ru/>

Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru>

www.nano-info.ru

www.nanonewsnet.ru

Учебно-методические издания

1. Иванченко А.Б. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Моделирование микро- и наносистем» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Иванченко А.Б. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Моделирование микро- и наносистем» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

3. Иванченко А.Б. Оценочные материалы по дисциплине «Моделирование микро- и наносистем» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические занятия, проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в компьютерных классах, связанных с суперкомпьютером «СКИФ МОНОМАХ» производительностью 4,7 Т-Флопс. Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: академические версии CAD/CAM/CAE-систем ANSYS, SolidWorks Simulation, программный комплекс компьютерной математики MATLAB.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

8.1. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

8.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ОВЗ

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видео-техникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрения предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

8.3. Требования к фонду оценочных средств для лиц с ОВЗ

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 1.

Таблица 1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные лабораторные	Преимущественно письменная

	работы, вопросы к зачету, контрольные работы	проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

8.4. Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы.

Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.



Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

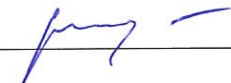
- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

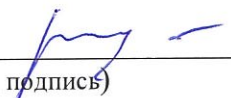
При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Рабочую программу составил Иванченко А.Б. 
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):
Главный инженер ООО «ТАГ-Инжиниринг»


Богатырев Н.В. 
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»
Протокол № 1 от 31.08.2021 года
Заведующий кафедрой Морозов В.В., д.т.н., профессор 
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 28.03.02 «Наноинженерия»
Протокол № 1 от 31.08.2021 года
Заведующий кафедрой Морозов В.В., д.т.н., профессор 
(ФИО, должность, подпись)