

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Микро- и нанодвижители»

Цель дисциплины – базовых знаний об эффектах и процессах, лежащих в основе функционирования микромеханических и микро-электромеханических систем в элементах с микронными и нанометровыми размерами, способами управления их параметрами, приемами эксплуатации, при создании элементной базы микро- и наносистем.

1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- формирование представлений об основных тенденциях развития современной микросистемной техники, классификации микроэлектромеханических систем, областях их применения;
- изучение классификации и области применения микро- и нанодвижителей; изучение физических процессов, используемых в микро- и нанодвижителях;
- формирование умений и навыков расчетов физических процессов, протекающих в микро- и нанодвижителях;
- подготовка средствами дисциплины к ведению научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности в области нанотехнологий и микросистемной техники

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-4 Способен оформлять отчёты по результатам измерений параметров микро- и наноструктур

ПК-4.1 Проводит анализ современного состояния проблемы по теме исследования, составляет обзор литературы

ПК-4.2 Составляет текстовое описание исследования в различных формах

Основные дидактические единицы (разделы)

Общие сведения о микро- и нанодвижителях

Основные характеристики микро- и нанодвижителей

Устройства микроэлектромеханики и микромашины

Микроэлектромеханические системы

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан естественно-научного
факультета

 П.А. Ряполов
(подпись, фамилия, инициалы)

« 06 » 06 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Микро- и нанодвижители

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника,
(шифр и наименование направления подготовки)

направленность (профиль) «Нанотехнологии»
(наименование направленности (профиля))

форма обучения очная

ОПОП ВО реализуется по модели дуального обучения

Курск – 2024

Рабочая программа дисциплины составлена:

- в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, утвержденным приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 921
- на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № № 9 от 27.03.2024).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для дуального обучения студентов по ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии» на заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики

(наименование кафедры)

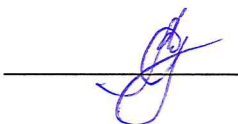
(протокол № 9 от 06.06.2024 г.).

Зав. кафедрой

 А.Е. Кузько

Разработчик программы

к. т.н., доцент

 А.С. Яцун

Директор научной библиотеки

 Макаровская В.Г.

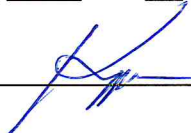
Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО дуального обучения 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 от 27.03.2024 г), на заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики (протокол № 1 от 30.08.2025 г).

Зав. кафедрой

 А.Е. Кузько

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО дуального обучения 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № 8 от 24.02.2026 г), на заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики (протокол № 1 от 31.08.2028 г).

Зав. кафедрой

 А.Е. Кузько

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Цель дисциплины – базовых знаний об эффектах и процессах, лежащих в основе функционирования микромеханических и микро-электромеханических систем в элементах с микронными и нанометровыми размерами, способами управления их параметрами, приемами эксплуатации, при создании элементной базы микро- и наносистем.

1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- формирование представлений об основных тенденциях развития современной микросистемной техники, классификации микроэлектромеханических систем, областях их применения;
- изучение классификации и области применения микро- и нанодвижителей; изучение физических процессов, используемых в микро- и нанодвижителях;
- формирование умений и навыков расчетов физических процессов, протекающих в микро- и нанодвижителях;
- подготовка средствами дисциплины к ведению научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности в области нанотехнологий и микросистемной техники

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ПК-4	Способен оформлять отчёты по результатам измерений параметров микро- и наноструктур	ПК-4.1 Проводит анализ современного состояния проблемы по теме исследования, составляет обзор литературы	Знать: – логико-методологический инструментарий для критической оценки современных проблем в сфере микро- и нанoeлектроники и физики наносистем. Уметь:

			– осуществлять обзор литературных источников в сфере микро- и нанoeлектроники. Владеть (или Иметь опыт деятельности): – проведения литературного обзора и анализа современных проблем в микро- и нанoeлектронике сфере .
		ПК-4.2 Составляет текстовое описание исследования в различных формах	Знать: – инструменты для оформления отчетов о результатах исследований Уметь: – оформлять текстовые отчеты по результатам исследований. Владеть (или Иметь опыт деятельности): – подготовки описаний и отчетов о результатах исследований

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Микро- и нанодвижители» является элективной дисциплиной, входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», реализуемой по модели дуального обучения.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Дисциплина имеет практико-ориентированный характер и изучается до прохождения обучающимися производственной практики (научно-исследовательская работа), завершающей данный семестр.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	20,1
в том числе:	
лекции	10
лабораторные занятия	10 , из них практическая подготовка обучающихся – 4.
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	87,9
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

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

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Общие сведения о микро- и нанодвижителях	Классификация микро- и нанодвижителей. Общие свойства. Основные требования к двигателям.
2	Основные характеристики микро- и нанодвижителей	Расчет, моделирование и проектирование микро- и нанодвижителей. Основы электромеханики. Основные характеристики микро- и нанодвижителей
3	Устройства микроэлектромеханики и микромашины	Микродвижители на основе пьезоэффекта. Электростатические микродвигатели. Электромеханические микродвижители
4	Микроэлектромеханические системы	Динамические свойства элементов МЭМС. Затухающие и вынужденные колебания. Эффекты масштабирования в МЭМС. Масштабирование геометрических размеров и механических систем. Масштабирование электрических систем. Свойства материалов при масштабировании.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Общие сведения о микро- и нанодвижителях	2			У-1,2, МУ-1,2	У	ПК-4
2	Основные характеристики микро- и нанодвижителей	2	1		У-1,2, МУ-1,2	У ЛР	
3	Устройства микроэлектромеханики и микромашины	2	2		У-1,2, МУ-1,2	У ЛР	
4	Микроэлектромеханические системы	4	3		У-1,2, МУ-1,2	У ЛР ЗПП	
Итого		10					

Наименования форм текущего контроля успеваемости	Аббревиатура
1	2

Устный опрос	У
Выполнение лабораторной работы	ЛР
Выполнение заданий по практической подготовке	ЗПП

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	2	3
1	Дистанционное управление сервоприводом с помощью микроконтроллера	2
2	Интеллектуальная система управления сервоприводом SMC	4, из них практическая подготовка обучающихся – 2.
3	Реализация оптимальной траектории движения мобильным колесным роботом	4, из них практическая подготовка обучающихся – 2
Итого		10, из них практическая подготовка обучающихся – 4.

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
1.	Общие сведения о микро- и нанодвижителях	1 неделя	21,9
2.	Основные характеристики микро- и нанодвигателей	2 неделя	22
3.	Устройства микроэлектромеханики и микромашины	4 неделя	22
4.	Микроэлектромеханические системы	5 неделя	22
Итого			87,9

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины студенты могут пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников университета.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с учебным планом и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
 - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
 - методических указаний к выполнению лабораторных (или практических) работ и т.д.

типографией университета:

- посредством оказания помощи авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- посредством удовлетворения потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии. Практическая подготовка обучающихся.

Реализация программы магистратуры по модели дуального обучения и компетентностного подхода предусматривают широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Дистанционное управление сервоприводом с помощью микроконтроллера	обучение на интерактивных тренажерах	2
2	Интеллектуальная система управления сервоприводом SMC	обучение на интерактивных тренажерах	4
3	Реализация оптимальной траектории движения мобильным колесным роботом	обучение на интерактивных тренажерах	2
Итого:			8

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины осуществляется путем проведения лабораторных занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по направленности (профилю) программы магистратуры.

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины организуется в реальных производственных условиях на предприятии-заказчике.

Практическая подготовка обучающихся проводится в соответствии с положением П 02.181.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы ¹ формирования компетенций и дисциплины (модули), практики, при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-4 Способен оформлять отчёты по результатам измерений параметров микро- и наноструктур	Организация и планирование научно-исследовательской работы	Проектно-исследовательская деятельность в нанотехнологиях	Микро- и нанодвижители / Электрические приводы для микро- и наносистемной техники Производственная практика (научно-исследовательская работа) Производственная преддипломная практика

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап (наименование этапа по таблице 6.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закреплённые за практикой)	Критерии и шкала оценивания компетенций			
		Недостаточный уровень («неудовл.»)	Пороговый уровень («удовл.»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6

ПК-4 началь- ный, за- вершаю- щий	ПК-4.1 Составляет план науч- но- исследова- тельской деятельно- сти, вклю- чая литера- турный по- иск, сроки и последо- вательность экспери- ментальной работы, об- суждения и анализа ре- зультатов	Знать: демонстриру- ет менее 60% знаний, ука- занных в таб- лице 1.3 для ПК-4. Обуча- ющийся нуж- дается в по- стоянных подсказках; допускает грубые ошиб- ки, которые не может ис- править само- стоятельно.	Знать: демонстри- рует 60-74% знаний, ука- занных в таб- лице 1.3 для ПК-4. Знания обу- чающегося имеют по- верхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	Знать: демонстриру- ет 75-89% знаний, ука- занных в таб- лице 1.3 для ПК-4. Обуча- ющийся имеет хорошие, но не исчерпы- вающие зна- ния; допуска- ет неточности.	Знать: демонстрирует 90-100% зна- ний, указан- ных в таблице 1.3 для ПК-4. Знания обуча- ющегося яв- ляются проч- ными и глубо- кими, имеют системный ха- рактер. Обу- чающийся свободно опе- рирует знани- ями.
		Уметь: демонстриру- ет менее 60% умений, уста- новленных в таблице 1.3 для ПК-4.	Уметь: в целом сформиро- ванные, но вызывающие затруднения при само- стоятельном применении умения, ука- занные в таблице 1.3 для ПК-4.	Уметь: сформирован- ные и само- стоятельно применяемые умения, ука- занные в таб- лице 1.3 для ПК-4.	Уметь: хорошо разви- тые, уверенно и успешно применяемые умения, ука- занные в таб- лице 1.3 для ПК-4.
		Владеть (или Иметь опыт деятельно- сти): навыки, ука- занные в таб- лице 1.3 для ПК-4, не раз- виты.	Владеть (или Иметь опыт дея- тельно- сти): навыки, ука- занные в таб- лице 1.3 для ПК-4, развиты на элементар- ном уровне.	Владеть (или Иметь опыт деятельно- сти): навыки, ука- занные в таб- лице 1.3 для ПК-4, хорошо развиты.	Владеть (или Иметь опыт деятельно- сти): навыки, ука- занные в таб- лице 1.3 для ПК-4, доведе- ны до автома- тизма.

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие сведения о микро- и нанодвижителях	ПК-4	Лекция, СРС	Вопросы для устного опроса	1-10	Согласно табл.7.2
2	Основные характеристики микро- и нанодвижителей	ПК-4	лекция, лабораторное занятие, СРС	ЛР1 Вопросы для устного опроса	Лаб №1, вопросы 11-20	Согласно табл.7.2
3	Устройства микро-электромеханики и микромашины	ПК-4	лекция, лабораторное занятие, СРС	ЛР2 Вопросы для устного опроса	Лаб №2, вопросы 21-30	Согласно табл.7.2
4	Микроэлектромеханические системы	ПК-4	лекция, лабораторное занятие, СРС	ЛР2 Вопросы для устного опроса, задания для практической подготовки	Лаб №2, вопросы 31-40, ЗПП 1-5	Согласно табл.7.2

7.3.1 Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Вопросы по разделу (теме) 1 «Общие сведения о микро- и нанодвижителях»:

1. Классификация электромеханических преобразователей.
2. Законы классической электромеханики.
3. Виды механических нагрузок

Решение компетентностно-ориентированных задач

1. Измерение размера структурных составляющих наноматериалов осуществляется электронно-микроскопическими методами. Напишите код программы цифровой системы управления микроприводом поворотного столика зондового микроскопа для заданных технических характеристик

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.3.2 Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. На промежуточной аттестации по дисциплине применяется механизм квалификационного экзамена. Зачет имеет структуру квалификационного экзамена (зачета) и состоит из 2 частей:

- теоретической (бланковое и компьютерное);
- практической (решение компетентностно-ориентированной задачи).

На теоретической части зачета (тестировании) проверяются знания и частично – умения и навыки обучающихся. Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

«На практической части экзамена проверяются результаты практической подготовки: *компетенции, включая умения, навыки (или опыт деятельности)*). Результаты практической подготовки (*компетенции, включая умения, навыки (или опыт деятельности)*) проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных, кейс-задач или кейсов) и различного вида конструкторов».

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

а) Примеры типовых заданий для теоретической части зачета (тестирования)

Задание в закрытой форме:

Какого технологического участка НЕТ на МЭМС-производстве

1. Металлообработка
2. Формирование маски
3. Магнетронное напыление
4. Фотолитографии

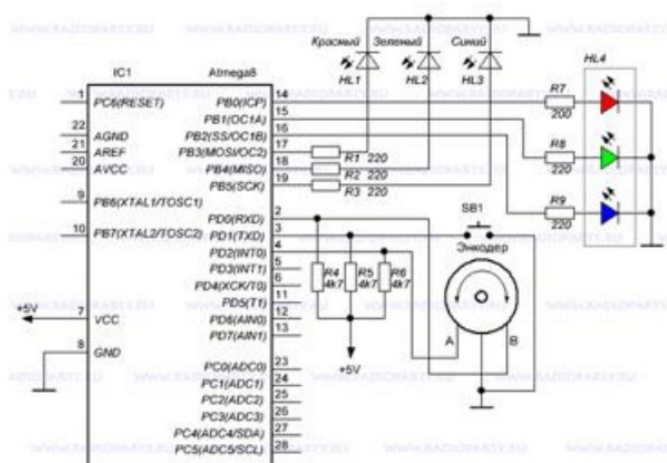
Задание в открытой форме:

Мощность, которая передается от приводного двигателя к валу насоса называется ...

б) Примеры типовых заданий для практической части экзамена.

Компетентностно-ориентированная задача:

1. Для управления приводом мобильного микроробота разработана принципиальная электрическая схема системы управления. Опишите ее составные части и предложите алгоритм работы программы



2. Привести структурную схему микродвижителя, описать функциональное назначение каждого блока схемы.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- положение П 02.207 «Проектирование и реализация основных профессиональных программ высшего образования – программ магистратуры по модели дуального обучения»;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Лабораторная работа № 1 «Дистанционное управление»	3	Выполнил, но не ответил или	6	Выполнил, правильно и полно от-

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
сервоприводом с помощью микроконтроллера»		неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе		ветил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа № 2 «Интеллектуальная система управления сервоприводом SMC»	3	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	6	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
Лабораторная работа № 3 «Реализация оптимальной траектории движения мобильным колесным роботом»	3	Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе	6	Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе
СРС	15	Выполнил, количество правильно выполненных заданий и ответов не менее 50%	30	Выполнил, количество правильно выполненных заданий и ответов не менее 90%
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для проведения промежуточной аттестации обучающихся (теоретической части и практической части) используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ – 16 заданий (15 вопросов для тестирования и одна компетентностно-ориентированная задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов по промежуточной аттестации – 36.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Пантелеев, В. И. Электрические машины и микромашины : учебное пособие / В. И. Пантелеев. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2022. – 276 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=705666> (дата обращения: 27.09.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.
2. Баршутина, М. Н. Микромехатроника : учебное пособие / М. Н. Баршутина. - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 219 с.- http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277779(дата обращения: 27.09.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

3. Денисов, Владимир Андреевич. Электроприводы переменного тока с частотным управлением : учебное пособие / В. А. Денисов. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 164 с. - Текст : непосредственный.
4. Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов : монография / В. А. Головнин, И. А. Каплунов, О. В. Малышкина [и др.]. - Москва : Техносфера, 2013. - 272 с. - (Мир материалов и технологий). - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233464> (дата обращения 27.09.2024) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.
5. Драгунов, В. П. Микро- и нанoeлектроника : учебное пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. - 38 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228941> (дата обращения 27.09.2024) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

8.3 Перечень методических указаний

1. Микро- и нанодвижители : методические указания по выполнению практической и самостоятельной работы для студентов направления «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: П. А. Безмен, А. С. Яцун, Е. Н. Политов. - Курск : ЮЗГУ, 2015. - 23 с. - Текст : электронный.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов направления 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» / сост.: Е. Н. Политов, Г. Я. Пановко, Л. Ю. Ворочаева ; сост.: Е. Н. Политов [и др.]. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 31 с. - Текст : электронный.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

- Нанотехника
- Известия Юго-Западного государственного университета
- Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии
- Мехатроника, автоматизация, управление [Текст] : теорет. и приклад. науч.-техн. журн./ учредитель Издательство "Новые технологии". - Москва : Новые технологии. - Выходит ежемесячно. - ISSN 1684-6427
- Известия Российской академии наук. Теория и системы управления [Текст]/ учредители : РАН, Гос. науч.-ис. ин-т авиац. систем. - Москва : РАН, Наука, 1963 - . - Выходит раз в два месяца. - ISSN 0002-3388
- Проблемы управления / CONTROL SCIENCES [Электронный ресурс]. - URL: <http://pu.mtas.ru>

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека ЮЗГУ - <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» - <http://www.biblioclub.ru>
3. Электронно-библиотечная система IPRsmart-
<https://www.iprbookshop.ru/>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и лабораторные занятия.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия и положения каждой новой темы; важные положения аргументируются и иллюстрируются примерами из практики; объясняется практическая значимость изучаемой темы; делаются выводы; даются рекомендации для самостоятельной работы по данной теме. На лекциях необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных вопросов. В ходе лекции студент должен конспектировать учебный материал. Конспектирование лекций – сложный вид работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это лично студентом в режиме реального времени в течение лекции. Не следует стремиться записать лекцию дословно. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем кратко записать ее. Желательно заранее оставлять в тетради пробелы, куда позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно внести дополнительные записи. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степе-

ни будут способствовать вопросы плана лекции, который преподаватель дает в начале лекционного занятия. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Необходимым является глубокое освоение содержания лекции и свободное владение им, в том числе использованной в ней терминологией. Работу с конспектом лекции целесообразно проводить непосредственно после ее прослушивания, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях. Работа с конспектом лекции предполагает перечитывание конспекта, внесение в него, по необходимости, уточнений, дополнений, разъяснений и изменений. Некоторые вопросы выносятся за рамки лекций. Изучение вопросов, выносимых за рамки лекционных занятий, предполагает самостоятельное изучение студентами дополнительной литературы, указанной в п.8.2.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины продолжается на лабораторных (или практических) занятиях, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. При работе с источниками и литературой необходимо:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прочитанное;
- фиксировать основное содержание прочитанного текста; формулировать устно и письменно основную идею текста; составлять план, формулировать тезисы.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю. Обязательным элементом самостоятельной работы по дисциплине является самоконтроль. Одной из важных задач обучения студентов способам и приемам самообразования является формирование у них умения самостоятельно контролиро-

вать и адекватно оценивать результаты своей учебной деятельности и на этой основе управлять процессом овладения знаниями. Овладение умениями самоконтроля приучает студентов к планированию учебного труда, способствует углублению их внимания, памяти и выступает как важный фактор развития познавательных способностей. Самоконтроль включает:

- оперативный анализ глубины и прочности собственных знаний и умений;
- критическую оценку результатов своей познавательной деятельности.

Самоконтроль учит ценить свое время, позволяет вовремя заметить и исправить свои ошибки. Формы самоконтроля могут быть следующими:

- устный пересказ текста лекции и сравнение его с содержанием конспекта лекции;
- составление плана, тезисов, формулировок ключевых положений текста по памяти;
- пересказ с опорой на иллюстрации, чертежи, схемы, таблицы, опорные положения.

Самоконтроль учебной деятельности позволяет студенту оценивать эффективность и рациональность применяемых методов и форм умственного труда, находить допускаемые недочеты и на этой основе проводить необходимую коррекцию своей познавательной деятельности.

При подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине необходимо повторить основные теоретические положения каждой изученной темы и основные термины, самостоятельно решить несколько типовых компетентностно-ориентированных задач.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Информационные технологии:

- 1 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека. Онлайн» – <http://biblioclub.ru>
- 2 Электронная библиотека диссертаций и авторефератов РГБ – <http://dvs.rsl.ru>
- 3 Базы данных ВИНТИ РАН – <http://viniti.ru>

Программное обеспечение:

1. LibreOffice Calc: режим доступа: свободный.
2. Excel: режим доступа: свободный.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудиторные занятия по дисциплине проводятся в учебной аудитории для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры нанотехнологий, микроэлектроники, общий и прикладной физики

(наименование)

оснащенных стандартной учебной мебелью (столы и стулья для обучающихся; стол и стул для преподавателя; доска).

В образовательном процессе используется следующее лабораторное оборудование: цифровой двойник установки KSV NIMA 2002, установка KSV NIMA 2002.

Для организации образовательного процесса применяются технические средства обучения:

- Мультимедиацентр: ноутбук ASUS X50VL PMD - T2330/14"/1024Mb/160Gb/ сумка/проектор inFocus IN24+ .
- Экран мобильный Draper Diplomat 60x60.

Для осуществления практической подготовки обучающихся при реализации дисциплины используются оборудование и технические средства обучения Регионального центра нанотехнологий:

- установка Ленгмюра-Блоджетт KSV NIMA 2002 для нанесения тонких пленок.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техни-

ческую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитывать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер измене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц	Да- та	Основание для изменения и подпись ли- ца, прово- дившего из- менения
	изме- нен- ных	заменен- ных	аннулирован- ных	но- вых			