

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
ГГТУ им. П.О.Сухого

\_\_\_\_\_ А.А.Бойко

(подпись)

\_\_\_\_\_ 04.07. 2019 г.

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- маг 122 /уч.

МЕХАТРОННЫЕ СИСТЕМЫ В ИННОВАЦИОННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении»

Учебная программа составлена на основе:

Образовательного стандарта ОСВО 1-36 80 02-2019 специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении».

Учебных планов регистрационный № I 36-2-002/уч. от 03.04.2019 и № I 36-2-10/уч. от 03.04.2019.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.М. Быстренков, старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

Пирковский В.А., начальник технологического управления ОАО «Гомсельмаш».

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 10 от 24.05.2019),

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 24.06.2019), УД-ТМ-291/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 26.06.2019).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цель и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины заключается в обеспечении целостного понимания магистрантами базовых категорий и принципов мехатроники, формировании информационной и методологической базы, а также приобретении практических навыков анализа и синтеза мехатронных объектов в инновационном машиностроении.

### Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения материалов программы магистр должен знать:

- базовые понятия, историю становления и ключевые факторы развития мехатроники;
- концептуальные принципы построения структур и элементной базы мехатронных модулей систем;
- базовые понятия и определений мехатроники;
- концепции построения, состава и структуры мехатронных модулей и систем;
- принципы действия основных элементов мехатронных модулей, принципы построения мехатронных систем;
- современные подходы к синергетической интеграции элементов в единые мехатронные модули и системы;
- современные принципы и интеллектуальные методы управления мехатронными объектами;
- области эффективного применения мехатронных систем;
- основы современных (интеллектуальных) методов моделирования и проектирования мехатронных систем.

уметь:

- выполнять расчет мехатронных элементов и систем;
- рационально выбрать принципиальные мехатронные системы;
- выполнять проектные, проверочные и оптимизационные расчеты для типовых задач проектирования мехатронных систем.

владеть:

- методами моделирования и проектирования мехатронных систем.

Знание данной дисциплины позволяет применять полученные умения и навыки для рационального проектирования мехатронных систем, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств (в том числе интеллектуальных) с использованием пере-

довых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств, обеспечивающих конкурентные преимущества этих систем в условиях жестких экономических, социальных и других ограничений.

В соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении» магистрант должен обладать определенными компетенциями:

- универсальными

УК-7. Обладать навыками использования современных информационных технологий для решения научно-исследовательских и инновационных задач;

- углубленными профессиональными

УПК-2. Быть способным оптимизировать конструкции оборудования и оснастки, технологии механосборочного производства;

- специализированными

СК-8. Быть способным проектировать современные мехатронные системы.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения высшего образования: дневная, заочная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Мехатронные системы в инновационном машиностроении» в соответствии с учебным планом по специальности 1-36 80 02 «Инновационные технологии в машиностроении» для дневной и заочной форм получения высшего образования составляет 110 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

	Дневная форма	Заочная форма
Курс	1	1
Семестр	1	1
Лекции (часов)	34	8
Практические занятия (часов)	16	4
Всего аудиторных (часов)	50	12
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине		
Экзамен, семестр	1	1

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### *Тема 1. Введение.*

Основные понятия, термины и категории инновационных систем, агрегатов, машин и комплексов машин различного назначения. Тенденции и стадии. Микро- и макроциклы. Виды технических систем. Этапы развития мехатроники. Показатели качества и требования к мехатронным объектам.

*Тема 2. Принципы построения и элементная база мехатронных систем в инновационном машиностроении.*

Общая концепция построения и компоненты мехатронной системы в инновационном машиностроении. Синергетический подход. Интеллектуальные технические системы. Человек как мехатронная система.

### *Тема 3. Системность в мехатронике.*

Основные понятия системологии. Системотехника. Принципы системного подхода. Классификация систем. Структурные модели. Процессы декомпозиции и агрегатирования. Этапы синтеза систем.

### *Тема 4. Управление мехатронными объектами.*

Понятие и способы управления. Программное управление. Автоматическое регулирование. Параметрическая и структурная адаптация. Интеллектуальное управление. Законы управления. Уровни интеллектуализации мехатронных систем. Принцип конфигурируемого управления. Пределы аппаратной и программной централизации. Вопросы теории автоматического управления. PID управление.

### *Тема 5. Надёжность мехатронных систем.*

Понятие отказа. Виды отказов. Показатели надёжности. Характеристики случайных величин. Основные уравнения надёжности. Вероятность безотказной работы различных видов систем.

### *Тема 6. Проектирование мехатронных систем.*

Этапы и стадии проектирования. Жизненный цикл изделий. Методы проектирования. Направления совершенствования проектирования. Особенности инженерных расчётов. Алгоритмы проектного и проверочного расчётов. Проблемы интеграции информационных, проектных, технологических, организационно-экономических и образовательных процессов в мехатронике.

### *Тема 7. Исполнительные устройства мехатронных систем.*

Способы преобразования движения. Классификация механизмов. Принципы функционирования механических, пневмогидравлических, электромагнитных, пьезоэлектрических устройств. Передаточные функции и характеристики исполнительных механизмов.

*Тема 8. Мехатронные модули движения.*

Параметры вращательного и поступательного движения. Редукторы и мультипликаторы. Схемы зубчатых редукторов. Мотор-редукторы. Структурный и кинематический анализ зубчатых передач. Дифференциальные и планетарные зубчатые механизмы. Степень подвижности. Передаточные отношения. Конструктивные исполнения. Волновые зубчатые передачи.

*Тема 9. Энергетические элементы мехатронных систем.*

Источники энергии. Двигатели вращательного и поступательного движений. Классификация, принципы работы, КПД, рабочие характеристики. Электродвигатели.

*Тема 10. Информационно-измерительные системы.*

Виды информационных систем: измерительная, автоматического контроля, технической диагностики, распознавания образов. Выполняемые функции, уровни интеллектуализации и принципы построения ИС. Первичные преобразователи. Средства очувствления. Системы технического зрения. Принципы передачи и преобразования информации.

*Тема 11. Вычислительные устройства.*

Компьютер как мехатронная система. Характеристики вычислительных устройств. Вычислительные сети. Параллельные вычисления. Суперкомпьютеры.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение.	0,5						
2	Принципы построения и элементная база мехатронных систем.	1,5						О
3	Системность в мехатронике.	2						О
4	Управление мехатронными объектами.	2	6					О
5	Надёжность мехатронных систем.	2						О
6	Проектирование мехатронных систем для инновационного машиностроения.	6	4					О
7	Исполнительные устройства мехатронных систем.	6	6					О
8	Мехатронные модули движения.	2						О
9	Энергетические элементы мехатронных систем.	4						О
10	Информационно-измерительные системы.	4						О
11	Вычислительные устройства.	4						О
Всего (часов)		34	16					Э

Принятые обозначения:

О- отчет по практическим работам;

Э- экзамен.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение.	0,25						
2	Принципы построения и элементная база мехатронных систем.	0,25						О
3	Системность в мехатронике.	0,25						О
4	Управление мехатронными объектами.	0,25	2					О
5	Надёжность мехатронных систем.	0,25						О
6	Проектирование мехатронных систем для инновационного машиностроения.	3,00	2					О
7	Исполнительные устройства мехатронных систем.	1,00						О
8	Мехатронные модули движения.	1,00						О
9	Энергетические элементы мехатронных систем.	1,00						О
10	Информационно-измерительные системы.	0,25						О
11	Вычислительные устройства.	0,50						О
Всего (часов)		8,00	4					Э

Принятые обозначения:

О- отчет по практическим работам;

Э - экзамен.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Введение в мехатронику : учебное пособие для ВУЗов / А.В. Чигарев, К. Циммерман, В.А. Чигарев. – Минск : БНТУ, 2013 – 387, [1] с.
2. Балабанов П.В. Программирование робототехнических систем: учебное электронное издание / П.В. Балабанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : ФГБОУ ВГ «ГГТУ», 2018. – 82 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index/php?page=bookid=570263>.
3. Костров Б.В. Искусственный интеллект и робототехника. – Москва: ДИАЛОГ-МИФИ, 2008. – 224 с.
4. Компоненты приводов мехатронных устройств / С.В. Пономарев, А.Г. Дивин, Г.В. Мозгова, и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов :, 2014. – 295 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index/php?page=bookid=277916>.

### Дополнительная литература

5. Электропневмоавтоматика в производственных процессах: Учебное пособие /Е.В. Пашков, Ю.А. Осинский, А.А. Четверкин; Под ред. Е.В. Пашкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Севостополь: Изд-во СевНТУ, 2003, 496 с., ил.
6. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. Пособие для студетов вузов. – 2-е изд., стер. – М.: Машиностроение, 2007. – 256 с.
7. Афонин В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы : курс лекций: учеб. пособие для вузов/ В. Л. Афонин, В. А. Макушкин. -М.: Интернет-Ун-т Информационных Технологий, 2005. -208 с.
8. Готлиб Б.М. Основы мехатроники: Учебное пособие. – Екатеринбург: УрГУПС, 2005
9. Основы мехатроники [Электронный ресурс] : пособие для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» дневной и заочной форм обучения /Д.В. Мельников, В.М. Быстренков. – Электронные данные. – Гомель : ГГТУ, 2018. – 39 с.
10. Основы мехатроники и робототехники: пособие по одноименной дисциплине для магистрантов специальности 1-53 81 03 «Автоматизация и управление в технических системах» дневной и заочной форм обучения / составитель В.А. Соловьев. – Гомель : ГГТУ, 2018. – 49 с.

11. Гулай А.В., Зайцев В.М. Интеллектуальная мехатронная система как адаптивная модель "управляемой конструкции". Мехатроника, автоматизация, управление. 2019;20(10):600-608. <https://doi.org/10.17587/mau.20.600-608>.

12. Волков С.В., Горячев О.В., Ефромеев А.Г., Степочкин А.О. Расчет параметров математической модели электрического шагового двигателя гибридного типа на основе анализа картины магнитостатического поля. Мехатроника, автоматизация, управление. 2019;20(8):482-489. <https://doi.org/10.17587/mau.20.482-489>.

13. Афонин В.Л., Гаврилина Л.В., Смоленцев А.Н. Позиционно-силовое управление шестикоординатным промышленным роботом при обработке сложных поверхностей. Мехатроника, автоматизация, управление. 2019;20(1):34-43. <https://doi.org/10.17587/mau.20.34-43>.

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний, материалов и технических средств обучения

14. Пакет программ для программирования станций – MecLab v.1.3.

Примерный перечень тем практических работ для дневной формы обучения

1. Программирование работы станции стекового накопителя.
2. Изучение компонентов конвейерной станции.
3. Программирование работы конвейерной станции.
4. Программирование работы станции манипулятора.
5. Программирование работы станции сортировки.
6. Изучение компонентов учебно-лабораторного комплекса «Промышленная робототехника».
7. Программирование работы учебно-лабораторного комплекса «Промышленная робототехника».
8. Изучение мехатронной системы «Токарный станок с ЧПУ».

Примерный перечень тем практических работ для заочной формы обучения

1. Программирование работы конвейерной станции.
2. Программирование работы станции сортировки.
3. Программирование работы учебно-лабораторного комплекса «Промышленная робототехника».
4. Изучение мехатронной системы «Токарный станок с ЧПУ».

## Перечень вопросов

1. Основные понятия, термины и категории инновационных систем, агрегатов, машин и комплексов машин различного назначения.
2. Этапы развития мехатроники.
3. Показатели качества и требования к мехатронным объектам.
4. Концепция построения и компоненты мехатронной системы в инновационном машиностроении.
5. Синергетический подход.
6. Интеллектуальные технические системы.
7. Принципы системного подхода.
8. Структурные модели.
9. Процессы декомпозиции и агрегатирования.
10. Этапы синтеза систем.
11. Понятие и способы управления.
12. Программное управление.
13. Интеллектуальное управление.
14. Уровни интеллектуализации мехатронных систем.
15. Понятие отказа. Виды отказов.
16. Показатели надёжности.
17. Характеристики случайных величин. Основные уравнения надёжности. Вероятность безотказной работы различных видов систем.
18. Этапы и стадии проектирования.
19. Проблемы интеграции информационных, проектных, технологических, организационно-экономических и образовательных процессов в мехатронике.
20. Способы преобразования движения.
21. Принципы функционирования механических, пневмогидравлических, электромагнитных, пьезоэлектрических устройств.
22. Передаточные функции и характеристики исполнительных механизмов.
23. Параметры вращательного и поступательного движения.
24. Редукторы и мультипликаторы.
25. Схемы зубчатых редукторов. Мотор-редукторы. Структурный и кинематический анализ зубчатых передач. Дифференциальные и планетарные зубчатые механизмы.
26. Степень подвижности.
27. Источники энергии.
28. Двигатели вращательного и поступательного движений. Классификация, принципы работы, КПД, рабочие характеристики. Электродвигатели.
29. Виды информационных систем: измерительная, автоматического контроля, технической диагностики, распознавания образов.
30. Выполняемые функции, уровни интеллектуализации и принципы построения ИС.
31. Компьютер как мехатронная система.
32. Характеристики вычислительных устройств.

Основными методами обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение), реализуемое на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии (дискуссии, учебные дебаты), реализуемые на практических занятиях и конференциях.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием занятий;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных заданий с консультациями у преподавателя.

Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой. Изучение каждой темы помимо приведенных в учебной программе литературных источников предполагает использование материалов тематической печати, а также информационных ресурсов Internet.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине
Математическое моделирование технических объектов и процессов с использованием компьютерных технологий	Технология машиностроения	Нет Петухов А.В.