

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор института магистратуры

И.В. Космачева

« 22 » май 2023 г.

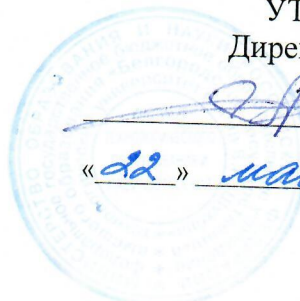


УТВЕРЖДАЮ

Директор института

С.С. Латышев

« 22 » май 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Неполноприводные механические системы

направление подготовки:

15.04.06 Мехатроника и робототехника

профиль:

Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная


Институт **Технологического оборудования и машиностроения**

Кафедра: **Технологии машиностроения**

Белгород 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.06 – Мехатроника и робототехника, утвержденного приказа Минобрнауки России от 14 августа 2020 г. № 1023
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2023 году.

Составитель (составители): ст. преподаватель  (В.В. Черкасов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 15 » 05 2023 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., доц.  (Т.А. Дююн)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 22 » 05 2023 г., протокол № 6

Председатель  (И.В. Кирилов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции по типам задач профессиональной деятельности (проектно-конструкторский)	ПК-5. Способен применять методы качественной теории дифференциальных уравнений для решения прикладных задач и методы орбитальной стабилизации движений механических систем.	ПК- 5.1 Использует качественную теорию дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы.	<p>Знать: теорию дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы.</p> <p>Уметь: использовать качественную теорию дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы.</p> <p>Владеть: навыками применения теории дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы.</p>
		ПК- 5.2 Применяет методы стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.	<p>Знать: теорию методов стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.</p> <p>Уметь: использовать методы стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.</p> <p>Владеть: навыками применения методов стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-5. Способен применять методы качественной теории дифференциальных уравнений для решения прикладных задач и методы орбитальной стабилизации движений механических систем.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
1	Неполноприводные механические системы
2	Производственная преддипломная практика

¹В таблице должны быть представлены все дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки²:

Форма промежуточной аттестации _____ зачет _____
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71	71
лекции	34	34
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ³	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	73	73
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)		
Зачет	3	3

² если дисциплина не реализуется в рамках практической подготовки – предложение убрать

³ включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные Занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
1. Введение.					
	Понятие неполноприводной системы. Задачи управления неполноприводными системами. Примеры модельных задач. Особенности управления неполноприводной системой.	4	4	-	10
2. Сервосвязи неполноприводных систем.					
	Уравнения неполноприводной системой (вывод альфа-бета-гамма уравнения). Теорема о реализуемых движениях неполноприводной системы. Свойства и решения альфа-бета-гамма уравнения.	4	4		12
3. Элементы теории систем на плоскости.					
	Теорема Хартмана-Гробмана. Равновесия систем на плоскости. Классификация положений равновесия. Теорема Ляпунова. Существование периодических траекторий у сингулярных систем на плоскости. Существование колебательных траекторий у сингулярных систем на плоскости. Условия существования периодических решений для систем с сервосвязями.	6	6		12
4. Постановка задачи об орбитальной стабилизации траекторий неполноприводной системы.					
	Построение трансверсальных координат методом подвижных систем. Методы трансверсальной линеаризация систем. Использование сервосвязей методом трансверсальной линеаризации. Лемма о линеаризации. Теорема об орбитальной стабилизации нелинейной системы.	6	6		12
5. Линейные системы. Линейные системы с переменными коэффициентами.					
	Задача управления и дифференциальное матричное уравнение Риккати. Элементы теории линейных систем. Периодические коэффициенты линейных систем.	6	6		12

	Теорема Флоке-Ляпунова. Частотная теорема В.А. Якубовича. Системы с периодическими коэффициентами. Использование полуопределенного программирования для решения уравнения Риккати.				
6. Управление неполноприводными голономными системами.					
	Голономные системы с импульсными воздействиями. Примеры голономных систем. Двухногий шагающий робот. Трансверсальная линеаризация гибридной системы. Орбитальная стабилизация гибридной системы. Управление неполноприводными гибридными системами.	8	8		15
	Всего	34	34		73

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №3				
1	Введение.	Понятие неполноприводной системы. Задачи управления неполноприводными системами. Примеры модельных задач. Особенности управления неполноприводной системой.	4	4
2	Сервосвязи неполноприводных систем.	Уравнения неполноприводной системой (вывод альфа-бета-гамма уравнения). Теорема о реализуемых движениях неполноприводной системы. Свойства и решения альфа-бета-гамма уравнения.	4	4
3	Элементы теории систем на плоскости.	Теорема Хартмана-Гробмана. Равновесия систем на плоскости. Классификация положений равновесия. Теорема Ляпунова. Существование периодических траекторий у сингулярных систем на плоскости. Существование колебательных траекторий у сингулярных систем на плоскости. Условия существования периодических решений для систем с сервосвязями.	6	6
4	Постановка задачи об орбитальной стабилизации траекторий неполноприводной системы.	Построение трансверсальных координат методом подвижных систем. Методы трансверсальной линеаризация систем. Использование сервосвязей методом трансверсальной линеаризации. Лемма о линеаризации. Теорема об орбитальной стабилизации нелинейной системы.	6	6

5	Линейные системы. Линейные системы с переменными коэффициентами.	Задача управления и дифференциальное матричное уравнение Риккати. Элементы теории линейных систем. Периодические коэффициенты линейных систем. Теорема Флоке-Ляпунова. Частотная теорема В.А. Якубовича. Системы с периодическими коэффициентами. Использование полуопределенного программирования для решения уравнения Риккати.	6	6
6	Управление неполноприводными голономными системами.	Голономные системы с импульсными воздействиями. Примеры голономных систем. Двухногий шагающий робот. Трансверсальная линеаризация гибридной системы. Орбитальная стабилизация гибридной системы. Управление неполноприводными гибридными системами.	8	8
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Содержание курсового проекта/работы⁴

Учебным планом курсовой проект/работа не предусмотрена.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий⁵

Учебным планом не предусмотрено.

⁴Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

⁵Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-5. Способен применять методы качественной теории дифференциальных уравнений для решения прикладных задач и методы орбитальной стабилизации движений механических систем.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК- 5.1 Использует качественную теорию дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы.	Зачет, тестовый контроль, собеседование.
ПК- 5.2 Применяет методы стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.	Зачет, тестовый контроль, собеседование.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение. Сервосвязи.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать определение уравнению динамики неполноприводной механической системы. 2. Записать уравнение динамики неполноприводной механической системы 3. На примере обратного маятника вывести уравнения динамики системы при наличии голономных связей и сервосвязей, описывающих одним и тем же уравнением. Объяснить причину отличия полученных уравнений. 4. Дать определение альфа-бета-гамма уравнения неполноприводной системы. 5. Доказать теорему о реализуемых движениях неполноприводной системы. 6. Доказать свойства 1 — 3и 4 — 6 альфа-бета-гамма уравнения.
2	Элементы теории систем на плоскости.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулировать теорему Хартмана-Гробмана. 2. Пояснить связь теоремы Хартмана-Гробмана с задачей о поиске периодических траекторий неполноприводной системы. 3. Привести классификацию регулярных положений равновесия систем на плоскости. 4. Теорема Ляпунова о центрею 5. Вывести достаточное условие существования периодической траектории неполноприводной системы. 6. Вывести уравнение трансверсальной динамики неполноприводной системы.

		<ol style="list-style-type: none"> 7. Вывести линеаризованное уравнение трансверсальной динамики. 8. Сформулировать лемму о линеаризации трансверсальной динамики. 9. Доказать лемму о линеаризации трансверсальной динамики.
3	Постановка задачи об орбитальной стабилизации траекторий неполноприводной системы.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать определение эволюционной матрицы линейной системы с периодическими коэффициентами. 2. Привести свойства эволюционной матрицы линейной системы с периодическими коэффициентами. 3. Определение матрицы монодромии. 4. Сформулировать теорему Флоке-Ляпунова. 5. Сформулировать теорему о критериях устойчивости линейной системы с периодическими коэффициентами. 6. Доказать теорему о критериях устойчивости линейной системы с периодическими коэффициентами. 7. Доказать теорему о связи дифференциального уравнения Риккати с линейно-квадратичной задачей оптимального управления. 8. Доказать теорему о связи дифференциального уравнения Риккати с линейно-квадратичной задачей оптимального управления в случае линейных систем с периодическими коэффициентами.
4	Линейные системы. Линейные системы с переменными коэффициентами.	<ol style="list-style-type: none"> 1. С помощью Гамильтоновой матрицы изложить метод решения алгебраического матричного уравнения Риккати. 2. С помощью Гамильтоновой матрицы изложить метод решения дифференциального матричного уравнения Риккати. 3. Для систем с периодическими коэффициентами привести формулировку частотной теоремы В.А. Якубовича. 4. Привести теорему об орбитальной стабилизации периодической траектории неполноприводной системы.
5	Управление неполноприводными голономными системами.	<ol style="list-style-type: none"> 1. На примере простейшей модели двуногого робота вывести уравнения гибридной динамики. 2. Привести уравнения гибридной динамики неполноприводной системы. 3. Привести уравнения гибридной динамики неполноприводной системы с импульсными воздействиями в общем случае. 4. Привести линеаризованное уравнение трансверсальной динамики гибридной системы. 5. Закон управления для орбитальной стабилизации периодической траектории системы с импульсными воздействиями.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты практических работ.

Практические работы. В учебном пособии по дисциплине представлен перечень практических работ, приведены необходимые теоретические и методические указания.

Защита практических работ возможна после проверки правильности выполнения задания и сохранения файла документа. Защита проводится в форме опроса преподавателем и демонстрации отдельных навыков по теме практической работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
семестр № 3		
1	Введение. Сервосвязи.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать определение уравнению динамики неполноприводной механической системы. 2. Записать уравнение динамики неполноприводной механической системы 3. На примере обратного маятника вывести уравнения динамики системы при наличии голономных связей и сервосвязей, описывающих одним и тем же уравнением. Объяснить причину отличия полученных уравнений. 4. Дать определение альфа-бета-гамма уравнения неполноприводной системы. 5. Доказать теорему о реализуемых движениях неполноприводной системы. 6. Доказать свойства 1 — 3и 4 — 6 альфа-бета-гамма уравнения.
2	Элементы теории систем на плоскости.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулировать теорему Хартмана-Гробмана. 2. Пояснить связь теоремы Хартмана-Гробмана с задачей о поиске периодических траекторий неполноприводной системы. 3. Привести классификацию регулярных положений равновесия систем на плоскости. 4. Теорема Ляпунова о центрею 5. Вывести достаточное условие существования периодической траектории неполноприводной системы. 6. Вывести уравнение трансверсальной динамики неполноприводной системы. 7. Вывести линеаризованное уравнение трансверсальной динамики. 8. Сформулировать лемму о линеаризации трансверсальной динамики. 9. Доказать лемму о линеаризации трансверсальной динамики.
3	Постановка задачи об орбитальной стабилизации	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать определение эволюционной матрицы линейной системы с периодическими коэффициентами.

	<p>траекторий неполноприводной системы.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Привести свойства эволюционной матрицы линейной системы с периодическими коэффициентами. 3. Определение матрицы монодромии. 4. Сформулировать теорему Флоке-Ляпунова. 5. Сформулировать теорему о критериях устойчивости линейной системы с периодическими коэффициентами. 6. Доказать теорему о критериях устойчивости линейной системы с периодическими коэффициентами. 7. Доказать теорему о связи дифференциального уравнения Риккати с линейно-квадратичной задачей оптимального управления. 8. Доказать теорему о связи дифференциального уравнения Риккати с линейно-квадратичной задачей оптимального управления в случае линейных систем с периодическими коэффициентами.
4	<p>Линейные системы. Линейные системы с переменными коэффициентами.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. С помощью Гамильтоновой матрицы изложить метод решения алгебраического матричного уравнения Риккати. 2. С помощью Гамильтоновой матрицы изложить метод решения дифференциального матричного уравнения Риккати. 3. Для систем с периодическими коэффициентами привести формулировку частотной теоремы В.А. Якубовича. 4. Привести теорему об орбитальной стабилизации периодической траектории неполноприводной системы.
5	<p>Управление неполноприводными голономными системами.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. На примере простейшей модели двуногого робота вывести уравнения гибридной динамики. 2. Привести уравнения гибридной динамики неполноприводной системы. 3. Привести уравнения гибридной динамики неполноприводной системы с импульсными воздействиями в общем случае. 4. Привести линеаризованное уравнение трансверсальной динамики гибридной системы. 5. Закон управления для орбитальной стабилизации периодической траектории системы с импульсными воздействиями.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Неполноприводные механические системы» является зачет.

Результаты промежуточной аттестации оцениваются как «зачтено» и «не зачтено».

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умеет использовать качественную теорию дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы.
	Умеет использовать методы стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.
Навыки	Владеет навыками применения теории дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы.
	Владеет навыками применения методов стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.

Оценка «зачтено» означает успешное прохождение промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний.	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Обладает твердым полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями.
Полнота ответов на вопросы	Дает неполные ответы на все вопросы Излагает знания без логической последовательности.	Дает ответы на вопросы, но не все – полные. Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы.
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками. Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний.	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя. Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний. Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умеет использовать качественную теорию дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы. Умеет использовать методы стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.	Не применяет/не в полной мере умеет использовать качественную теорию дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы. Не умеет использовать методы стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.	Успешно/в целом успешно умеет использовать качественную теорию дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы. Умеет использовать методы стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владеет навыками применения теории дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы. Владеет навыками применения методов стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.	Не применяет/не в полной мере владеет навыками применения теории дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы, а также не владеет навыками применения методов стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.	Успешно/в целом успешно владеет навыками применения теории дифференциальных уравнений для построения желаемого движения системы, а также владеет навыками применения методов стабилизации линейных систем с периодическими коэффициентами.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Три большие меловые или маркерные доски. Большой экран для проекции слайдов.
2	Компьютерный класс для проведения практических занятий	Меловая или маркерная доска. Большой экран для проекции слайдов.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Лицензионный пакет программ MATLAB/Simulink и/или свободно распространяемый Octave с пакетами Control, Optimization, Signal Processing, Spline, Robust Control, Symbolic.
2. Свободно распространяемые пакеты SDPT3, Sedumi.
3. Свободно распространяемые пакеты Yalmip, CVX.

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Перечень основной литературы:

1. Халил Х.К. Нелинейные системы. Издательство: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика". 2009.
2. Pchelkin, S. Shiriaev, A.S. Freidovich, L.B., Gusev, S.V., Kwon, W. A dynamic human motion: coordination analysis. Biological Cybernetics 109(1), pp. 47-62, 2014.
3. В.Ю. Тертычный-Даури Динамика робототехнических систем: Учебное пособие. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2012. - 128 с.

4. Бойков В.И., Бушуев А.Б., Быстров С.В., Григорьев В.В., Дударенко Н.А. Исследование динамических характеристик электромеханических систем. Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2022. - 70 с.

Рыбак Л.А., Бехера Л., Малышев Д.И., Вирабян Л.Г. Аппроксимация рабочей области манипуляторов параллельной и последовательной структуры в составе мультироботизированной системы. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. DOI: 10.34031/article_5d4d6bfa2aa2a2.09768681

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Документация к MATLAB <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
2. YALMIP. Программный пакет и документация: <https://yalmip.github.io>
3. SDPT3. Программный пакет и документация: <https://blog.nus.edu.sg/mattohkc/software/sdpt3/>
5. Sedumi. Программный пакет: https://sedumi.ie.lehigh.edu/?page_id=58

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20___/20___ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁶

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20___ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

⁶ Нужно подчеркнуть

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 20 /20 учебный год.
Протокол № _____ заседания кафедры от « ___ » _____ 20 г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО