Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности

_____ А.Б. Петроченков

« 20 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Методы обработки информации
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 504 (14)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 24.04.02 Системы управления движением и навигация
(код и наименование направления)

Направленность: Системы инерциальной навигации и управления подвижных объектов
(наименование образовательной программы)

Пермь 2023

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является овладение студентами различными методами моделирования динамических систем, в том числе систем навигации, управления и их составных частей.
Основные задачи дисциплины:
- знакомство с математическим аппаратом, применяемым в математических моделях систем;
- получение опыта построения математических и компьютерных моделей системнавигации и управления, а также их составных частей;
- формирование умения работы с пакетами прикладных программ для моделирования технических систем;
- знакомство с методами полунатурного и натурного моделирования.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Обыкновенные дифференциальные уравнения и численные методы их решения, модели механических акселерометров и гироскопов на основе обыкновенных дифференциальных уравнений;
- Временные и частотные характеристики линейных систем с сосредоточенными параметрами;
- Уравнения математической физики;
- Методы конечных разностей, конечных элементов, конечных объемов;
- Пакеты компьютерного моделирования Matlab Simulink, SciLab, SimInTech, Ansys;
- Теория размерностей и подобия;
- Методы аналогового и полунатурногомоделирования;
- Программно-аппаратное моделирование.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Студент знает: - современные методы моделирования применяемые при производстве и испытании приборов ориентации, навигации и стабилизации	Знает современные технологии разработки и производства и испытания приборов ориентации, навигации и стабилизации	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Студент умеет: - умеет применять пакеты прикладных программ для проведения и обработки данных вычислительных и полунатурных исследований образцов приборов ориентации, навигации и стабилизации или их составных частей	Умеет применять современные технологии разработки конструкции, технологии изготовления и испытания образцов приборов ориентации, навигации и стабилизации или их составных частей	Контрольная работа
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Студент владеет: - опытом разработки моделей математических, компьютерных, аналоговых моделей образцов приборов ориентации, навигации и стабилизации или их составных частей	Владеет опытом разработки конструкции, технологии изготовления и испытания образцов приборов ориентации, навигации и стабилизации или их составных частей	Экзамен
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Студент знает: - методы моделирования механических, оптоэлектронных и микромеханических узлов навигационных систем.	Знает принципы построения комплексных навигационных систем	Зачет
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Студент умеет: - применять современное оборудование для моделирования навигационных систем и их составных частей	Умеет применять аппарат теории оценивания в синтезе алгоритмов комплексных навигационных систем	Контрольная работа
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Студент владеет: - навыками планирования вычислительных и натурных экспериментов	Владеет навыками разработки ПМО комплексных навигационных систем	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах		
		Номер семестра		
		2	3	4
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:	156	60	60	36
- лекции (Л)	48	18	18	12
- лабораторные работы (ЛР)				
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	94	36	36	22
- контроль самостоятельной работы (КСР)	14	6	6	2
- контрольная работа				
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	312	66	174	72
2. Промежуточная аттестация				
Экзамен	36	36		
Дифференцированный зачет				
Зачет	18		9	9
Курсовой проект (КП)				
Курсовая работа (КР)				
Общая трудоемкость дисциплины	504	162	234	108

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Методы обработки информации	4	0	8	12
Тема 1. Введение. Комплексная обработка навигационной информации. Тема 2. Традиционные методы обработки навигационной информации, базирующиеся на уравнениях идеальной работы БИНС.				
Кинематика ИНС	4	0	8	14
Тема 3. Кинематика ИНС при ориентации акселерометров по осям горизонтально-географической системы координат. Тема 4. Кинематика ИНС при ориентации акселерометров по осям горизонтально-ортодромической системы координат.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Алгебра кватернионов	10	0	20	40
Тема 5. Алгебра кватернионов. Параметры Родрига-Гамильтона. Тема 6. Уравнение Пуассона в кватернионной форме. Алгоритм ориентации БИНС, использующий два уравнения Пуассона. Тема 7. Решение кватернионного уравнения Пуассона методом Пикара. Тема 8. Синтез двушагового алгоритма ориентации БИНС.				
ИТОГО по 2-му семестру	18	0	36	66
3-й семестр				
Заводская калибровка БИНС:	18	0	36	174
Тема 9. Модели инструментальных погрешностей инерциальных датчиков. Тема 10. Заводская калибровка БИНС: динамическая, статическая, температурная. Параметры, определяемые при заводской калибровке. Тема 11. Заводская калибровка БИНС. Определение масштабных коэффициентов акселерометров. Тема 12. Заводская калибровка БИНС. Определение погрешности типа «смещение нуля» акселерометров. Тема 13. Заводская калибровка БИНС. Определение углов перекосов осей чувствительности акселерометров с осями системы координат, связанной с прибором. Тема 14. Заводская калибровка БИНС. Определение масштабных коэффициентов гироскопов. Тема 15. Заводская калибровка БИНС. Определение погрешности типа «смещение нуля» гироскопов. Тема 16. Заводская калибровка БИНС. Определение углов перекосов осей чувствительности гироскопов с осями системы координат, связанной с прибором. Тема 17. Модели погрешности волоконно-оптических гироскопов для температурной калибровки.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	36	174
4-й семестр				
Уравнение ошибок	8	0	14	48
Тема 18. Вывод уравнения ошибок ИНС. Модель погрешностей инерциальных датчиков. Тема 19. Анализ уравнения ошибок ИНС. Влияние погрешностей инерциальных датчиков на точность				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИНС. Тема 20. Приближённое решение уравнения ошибок для северного и восточного каналов ИНС. Тема 21. Приближённое решение уравнения ошибок для высотного канала ИНС.				
БИНС	4	0	8	24
Тема 22. Начальная выставка БИНС. Тема 23. Навигационный алгоритм, построенный на методах комплементарной фильтрации.				
ИТОГО по 4-му семестру	12	0	22	72
ИТОГО по дисциплине	48	0	94	312

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Структура погрешностей измерителей внешней навигационной информации
2	Сравнение традиционные методы обработки навигационной информации, базирующиеся на уравнениях идеальной работы БИНС и методами, использующие комплементарные фильтры
3	Синтез навигационного алгоритма ИНС при ориентации акселерометров по осям горизонтально-географической системы координат
4	Синтез навигационного алгоритма ИНС при ориентации акселерометров по осям горизонтально-ортодромической системы координат
5	Использование кватернионов для решения задачи ориентации
6	Алгоритм ориентации БИНС, использующий два уравнения Пуассона для работы в полярных широтах
7	Решение дифференциальных уравнений методом Пикара
8	Синтез многошаговых алгоритмов ориентации БИНС
9	Анализ погрешностей типа sculling и coning
10	Определение масштабных коэффициентов акселерометров
11	Определение масштабных коэффициентов гироскопов
12	Определение погрешности типа «смещение нуля» акселерометров
13	Определение погрешности типа «смещение нуля» гироскопов
14	Определение углов перекосов осей чувствительности акселерометров с осями системы координат, связанной с прибором
15	Определение углов перекосов осей чувствительности гироскопов с осями системы координат, связанной с прибором
16	Методы температурной калибровки волоконно-оптических гироскопов
17	Уравнения ошибок БИНС

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
18	Анализ уравнения ошибок БИНС
19	Начальная выставка БИНС на неподвижном основании
20	Начальная выставка БИНС на качающемся основании
21	Начальная выставка БИНС в условиях перемещения объекта
22	Сравнение методов двойного гирокомпасирования и модуляционного вращения для уточнения угла курса объекта
23	Применение методов комплементарной фильтрации в навигационных алгоритмах

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и приятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Араманович И. Г., Левин В. И. Уравнения математической физики : учебное пособие для втузов. Стер. Москва : Альянс, 2021. 287 с. 15,12 усл. печ. л.	11
2	Тебекин А. В. Теория управления : учебник для вузов. Москва : КНОРУС, 2020. 342 с. 21,5 усл. печ. л.	3
3	Теоретическая механика : учебник для вузов / Учаев П. Н., Емельянов С. Г., Учаева К. П., Алтухов А. Ю. Старый Оскол : ТНТ, 2017. 351 с. 40,92 усл. печ. л.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Басов К. А. ANSYS : справочник пользователя. Москва : ДМК Пресс, 2018. 639 с. 52 усл. печ. л.	5
2	Дифференциальное и интегральное исчисления. Т. 1. Изд. стер. Москва : Альянс, 2022. 416 с. 26,0 усл. печ. л.	15
3	Жукова Г. С. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах : учебное пособие. Москва : ИНФРА-М, 2022. 347 с. 21,75 усл. печ. л.	1
4	Локтионов И. К., Мироненко Л. П., Турупалов В. В. Численные методы : учебник. Москва Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. 378 с.	1
5	Соколов В. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014. 193 с. 12,25 усл. печ. л.	20
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Довжик Т. В. Уравнения математической физики : учебное пособие. Рязань : РГРТУ, 2017 64 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN- BOOK-168332	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Трусов П. В., Дударь О. И., Келлер И. Э. Тензорные алгебра и анализ : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 1998 132 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7050	локальная сеть; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Ходосов В. В. Математическое моделирование с использованием Matlab : учебное пособие. Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018 36 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN- BOOK-122098	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечеая система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	IBM PC Совместимые компьютеры	15
Лекция	Место преподавателя	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	IBM PC Совместимые компьютеры	15

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы обработки информации»

основной образовательной программы высшего образования – программы академической магистратуры

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 24.04.02 «Системы управления движением и навигация»

Направленность (профиль) образовательной программы: «Системы инерциальной навигации и управление подвижных объектов»

Квалификация выпускника: «Магистр»

Выпускающая кафедра: Прикладная математика

Форма обучения: Очная

Курс: 1,2 **Семестр:** 2,3,4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 14 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 504 ч.

Виды промежуточного контроля:
Экзамен: 2 семестр Зачет: 3,4 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине. Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, практических занятий, зачета и экзамена (зачетного занятия).

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена (зачетного занятия), проводимого с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным

работам, рефератов, эссе и т.д. Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 5-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу.

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех индивидуальных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации с проведением дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета и экзамена, основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине. Аттестационный контроль содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций. Задание формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задачи, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

2.4.1.1. Типовые вопросы и задания для аттестационного занятия по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Состав алгоритма бесплатформенной инерциальной системы
2. Параметры, характеризующие систематические погрешности прибора, определяемые при заводской калибровке.

3. Получение проекций абсолютной угловой скорости объекта на оси системы координат связанной с объектом. Учёт углов перекоса осей чувствительности инерциальных датчиков и юстировочных углов

4. Получение матрицы ориентации. Связь элементов матрицы ориентации и элементов кватерниона ориентации

5. Уравнение Пуассона в кватернионной форме.

6. Применение метода Пикара для решения уравнения Пуассона в кватернионной форме

7. Структура двухшагового алгоритма ориентации. Понятие кватерниона быстрого поворота и кватерниона медленного вращения

8. Решение задачи оценки угловых скоростей корректирующих уходы ДУС методом наименьших квадратов

9. Метод наименьших квадратов в матричной форме для оценки параметров линейной модели

10. Решение задачи оценки угловых скоростей корректирующих уходы ДУС обобщённым методом наименьших квадратов. Учёт ошибки квантования показаний инерциальных датчиков

11. Фильтр Калмана. Коррекция восточного канала БИНС по скоростным измерениям с помощью фильтра Р. Калмана.

12. Условие наблюдаемости дрейфа восточного ДУС БИНС

13. Определение углов рассогласования системы координат, связанной с БИНС и системы координат, связанной с объектом, при повороте объекта вокруг его поперечной оси.

14. Определение углов рассогласования системы координат, связанной с БИНС и системы координат, связанной с объектом, при повороте объекта вокруг его вертикальной оси.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:

1. Записать матрицу состояния и матрицу управления для системы вида $x'(t) = u(t)$.

2. Записать дифференциальное уравнение *n*-го порядка в форме Коши

$$\frac{d^n}{dt^n} x(t) = 0$$

3. Показать, что фундаментальная матрица решения для дифференциального уравнения 2-го порядка $x''(t) = 0$ есть матрица вида:

$$\Phi(t) = \begin{bmatrix} 1 & t \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

4. Найти переходную матрицу линейной динамической системы $x''(t) = 0$.

5. Найти фундаментальную матрицу решения системы

$$\begin{bmatrix} x_1'(t) \\ x_2'(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -1 & -2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

и решение векторно-матричного дифференциального уравнения для начальных условий $x_1(0) = 2$, $x_2(0) = 1$.

6. Найти переходную матрицу системы

$$\begin{bmatrix} x_1'(t) \\ x_2'(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

и решение векторно-матричного дифференциального уравнения для начальных условий $x_1(0) = 2$, $x_2(0) = 1$.

7. Показать, что апериодическому звену, имеющему передаточную функцию вида

$$W(s) = \frac{\mathrm{K}}{T \cdot s + 1},$$

где K - коэффициент усиления звена, T – постоянная времени звена, при кусочно-постоянном управлении u(t) соответствует дискретная система, записываемая следующим рекуррентно-разностным уравнением

$$x_{k+1} = e^{-\frac{\Delta t}{T}} \cdot x_k + \mathrm{K} \cdot \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{T}} \right) \cdot u_k,$$

где Δt – дискретность кусочно-постоянного управляющего воздействия.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

2.4.1.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене (дифференцированном зачете)

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных компетенций проводится по 5-балльной шкале оценивания.