

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Таганрогского института  
имени А.П. Чехова (филиала)  
РГЭУ (РИНХ)  
\_\_\_\_\_ Голобородько А.Ю.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины  
Теория систем и системный анализ**

направление 09.03.03 Прикладная информатика  
направленность (профиль) 09.03.03.01 Прикладная информатика в менеджменте

Для набора \_\_\_\_\_ года

Квалификация  
Бакалавр

**КАФЕДРА информатики****Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>6 (3.2)</b>		Итого	
	17 4/6			
Неделя				
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	54	54	54	54
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

**ОСНОВАНИЕ**

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 29.08.2023 протокол № 1.

Программу составил(и): канд. техн. наук, Доц., Буланов Сергей Георгиевич \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой: Тюшнякова И. А. \_\_\_\_\_

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	обучение студентов методам теории систем и системного анализа, математического анализа и моделирования, функционирования и развития различных классов систем, формирование навыков построения и исследования моделей сложных систем, выработка навыков применения теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
-----	--

**2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>ОПК-1.1:</b>	<b>Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.</b>
<b>ОПК-1.2:</b>	<b>Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще- инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.</b>
<b>ОПК-1.3:</b>	<b>Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.</b>
<b>ОПК-6.1:</b>	<b>Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.</b>
<b>ОПК-6.2:</b>	<b>Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.</b>
<b>ОПК-6.3:</b>	<b>Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.</b>
<b>ПКР-1.1:</b>	<b>Применяет математические методы для решения практических задач</b>
<b>ПКР-1.2:</b>	<b>Применяет типовые подходы к разработке программного обеспечения</b>
<b>ПКР-1.3:</b>	<b>Использует методы системного анализа и методы искусственного интеллекта</b>

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

<b>Знать:</b>	теорию систем и системного анализа с учётом использования основ экономических знаний в различных сферах деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; особенности анализа с целью подготовки сбалансированных управленческих решений; возможности применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.
<b>Уметь:</b>	использовать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования; применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.
<b>Владеть:</b>	теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; использовать методы теоретико-системного подхода к моделированию предметной области на основе формализации решения прикладных задач; применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.

**3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
	<b>Раздел 1. Основы системного анализа</b>				
1.1	"Основные понятия системного анализа" Вводится понятие системного анализа. Раскрывается специфика системного исследования на основе выдвижения новых принципов подхода к объекту изучения. Приводится общая теория систем в широком смысле. Представлена теоретическая часть и прикладная область об-щей теории систем /Лек/	6	2	ОПК-1.1 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3

1.2	"Анализ устойчивости систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с переменной матрицей коэффициентов" Модернизируется программная модель, построенная для системы линейных ОДУ с постоянной матрицей коэффициентов. /Пр/	6	2	ОПК-1.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4
1.3	"Анализ устойчивости систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянной матрицей коэффициентов" Строится программная модель, на основе которой выполняется анализ устойчивости. На вход программы подается матрица коэффициентов из правой части системы. По характеру поведения нормы делается вывод о характере устойчивости исследуемой системы. /Пр/	6	2	ОПК-6.2 ОПК-6.3	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4
1.4	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. /Ср/	6	6	ОПК-1.1 ПКР-1.1	Л1.3Л2.1 Л2.3
1.5	"Задачи системного анализа. Принципы системного анализа" Представлена классификация задач системного анализа в виде трехуровневого дерева функций. Описаны принципы системного анализа как некоторые положения общего характера, являющиеся обобщением опыта работы человека со сложными системами. /Лек/	6	2	ОПК-1.2 ПКР-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
1.6	"Анализ устойчивости систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с нелинейной добавкой" Выполняется анализ устойчивости систем данного класса, который можно отнести к общему нелинейному случаю. Требуемый анализ в работе выполняется с учетом устойчивости или асимптотической устойчивости линейной составляющей системы и дополнительных ограничениях на добавку. /Пр/	6	2	ОПК-6.1 ПКР-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
1.7	"Анализ устойчивости нелинейных систем обыкновенных дифференциальных уравнений" На основе критериев устойчивости, конструкция которых представляет отношение разности между возмущенным и невозмущенным решением к величине возмущения начальных данных исследуются системы нелинейных ОДУ. /Пр/	6	2	ОПК-1.2 ПКР-1.2	Л1.3Л2.2 Л2.4
1.8	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. /Ср/	6	6	ОПК-1.1 ПКР-1.2	Л1.2Л2.3 Л2.4
1.9	"Понятие модели системы" Вводится понятие модели системы. Рассматриваются основные виды моделей систем и способы их построения. Представлены основные признаки системы. Рассматриваются понятия, с помощью которых уточняют представление о системе и характеризуют ее строение и функционирование /Лек/	6	2	ОПК-6.1 ПКР-1.3	Л1.3Л2.4
1.10	"Компьютерная реализация критериев устойчивости для систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений" Выполняется компьютерная реализация критериев устойчивости для всех классов линейных систем. /Пр/	6	2	ОПК-1.3 ОПК-6.2	Л1.3Л2.2 Л2.4
1.11	"Компьютерная реализация критериев устойчивости для систем нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений" Выполняется компьютерная реализация критериев устойчивости для нелинейных систем. /Пр/	6	2	ОПК-6.2 ПКР-1.1	Л1.3Л2.4
1.12	"Классификация систем" Дается определение классификации, под которой понимается распределение некоторой совокупности объектов на классы по наиболее существенным признакам. Для выделения классов систем могут использоваться различные классификационные признаки. Представлена таблица, состоящая из классификационных признаков, классов и характеристик различных классов систем /Лек/	6	2	ОПК-6.1 ПКР-1.2	Л1.3Л2.4
1.13	"Подготовить доклад по одной из представленной теме" /Ср/	6	6	ОПК-1.2 ОПК-6.2	Л2.2 Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4
<b>Раздел 2. Логика и методология системного анализа</b>					

2.1	"Логические основы системного анализа" Дается определение логики – наука о законах, формах и приемах правильного построения мысли, мышления, направленного на познание объективного мира. Рассматриваются следующие категории логики: проблема, гипотеза, теория /Лек/	6	2	ОПК-1.1 ПКР-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
2.2	"Анализ линеаризованной системы управления вращением спутника на основе матричных мультипликативных критериев при асимптотической устойчивости" На основе критериев устойчивости исследуется линеаризованная модель управления спутника с предполагаемой асимптотической устойчивостью решения. /Пр/	6	2	ОПК-1.2 ПКР-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4
2.3	"Графическая интерпретация анализа линеаризованной системы управления вращением спутника при асимптотической устойчивости" Приводится графическая интерпретация результатов анализа устойчивости в виде графиков решений линеаризованной системы и нормы частичного матричного произведения. /Пр/	6	2	ОПК-1.3 ПКР-1.3	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4
2.4	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. /Ср/	6	6	ОПК-6.1 ПКР-1.1	Л1.1Л2.2 Л2.4
2.5	"Классификация методов и моделей системного анализа" Под методологией системного исследования понимается совокупность системных методов и средств, направленных на решение сложных и комплексных проблем. Метод – это путь познания, опирающийся на некоторую совокупность ранее полученных общих знаний. Анализируются и оцениваются те философские представления и взгляды, на которые исследователь опирается в процессе познания /Лек/	6	2	ОПК-1.2 ОПК-6.3	Л1.3Л2.2 Л2.4
2.6	"Анализ нелинейной системы управления вращением спутника при асимптотической устойчивости" На основе критериев устойчивости исследуется нелинейная модель управления спутника с предполагаемой асимптотической устойчивостью решения. /Пр/	6	2	ОПК-1.2 ОПК-6.2	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4
2.7	"Графическая интерпретация анализа нелинейной системы управления вращением спутника при асимптотической устойчивости" Приводится графическая интерпретация результатов анализа устойчивости в виде графиков решений нелинейной системы и нормы отношения величины возмущения решения к возмущению начальных данных. /Пр/	6	2	ОПК-6.3 ПКР-1.2	Л1.3Л2.4
2.8	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. /Ср/	6	6	ОПК-1.1 ПКР-1.2	Л1.3Л2.1 Л2.2
2.9	"Анализ линеаризованной системы управления вращением спутника на основе матричных мультипликативных критериев при неустойчивости" На основе критериев устойчивости исследуется линеаризованная модель управления спутника с предполагаемой неустойчивостью решения. /Пр/	6	2	ОПК-1.1 ОПК-1.3	Л1.3Л2.2 Л2.4
2.10	"Графическая интерпретация анализа линеаризованной системы управления вращением спутника при неустойчивости" Приводится графическая интерпретация результатов анализа устойчивости в виде графиков решений линеаризованной системы и нормы частичного матричного произведения. /Пр/	6	2	ОПК-1.1 ОПК-6.2	Л1.3Л2.2 Л2.4
2.11	"Выполнить анализ устойчивости в системы управления вращением спутника в пакете вычислительной математики Maple" /Ср/	6	6	ОПК-1.3 ПКР-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4
	<b>Раздел 3. Основы оценки сложных систем</b>				

3.1	"Основные типы шкал измерения" В основе оценки лежит процесс сопоставления значений качественных и количественных характеристик исследуемой системы значениям соответствующих шкал. Исследование характеристик привело к выводу о том, что все возможные шкалы принадлежат к одному из не-скольких типов, определяемых перечнем допустимых операций на этих шкалах /Лек/	6	2	ОПК-1.1 ОПК-6.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4
3.2	"Анализ нелинейной системы управления вращением спутника при неустойчивости" На основе критериев устойчивости исследуется нелинейная модель управления спутника с предполагаемой неустойчивостью решения. /Пр/	6	2	ОПК-1.2 ПКР-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
3.3	"Графическая интерпретация анализа нелинейной системы управления вращением спутника при неустойчивости" Приводится графическая интерпретация результатов анализа устойчивости в виде графиков решений нелинейной системы и нормы отношения величины возмущения решения к возмущению начальных данных. /Пр/	6	2	ОПК-1.2 ОПК-6.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
3.4	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. /Ср/	6	6	ОПК-1.3 ОПК-6.2	Л1.1Л2.1 Л2.3
3.5	"Методы формализованного представления систем" Существуют различные классификации методов формализованного представления сис-тем. В большинстве первоначально применявшихся при исследовании систем классификаций выделяли детерминированные и вероятностные (статистические) методы или классы моделей, которые сформировались в конце прошлого столетия. Затем появились классификации, в которых в самостоятельные классы выделились теоретико-множественные представления, графы, математическая логика и некоторые новые разделы математики. Кратко характеризуется классификация, предложенная Ф.Е. Темниковым, в которой выделяются следующие обобщенные группы (классы) методов: аналитические; статистические; теоретико-множественные, логические, лингвистические, семиотические представления; графические /Лек/	6	2	ОПК-6.3 ПКР-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
3.6	"Анализ линеаризованной системы управления вращением спутника на основе матричных мультипликативных критериев при устойчивости" На основе критериев устойчивости исследуется линеаризованная модель управления спутника с предполагаемой устойчивостью решения. /Пр/	6	2	ОПК-6.2 ПКР-1.2	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4
3.7	"Графическая интерпретация анализа линеаризованной системы управления вращением спутника при устойчивости" Приводится графическая интерпретация результатов анализа устойчивости в виде графиков решений линеаризованной системы и нормы частичного матричного произведения. /Пр/	6	2	ОПК-1.2 ПКР-1.2	Л1.3Л2.4
3.8	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. /Ср/	6	6	ОПК-1.1 ОПК-6.3	Л1.3Л2.3 Л2.4
3.9	"Экспертные методы системного анализа" Методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов называют экспертными методами системного анализа. Рассматриваются методы типа «мозговой атаки» или «коллективная генерация идей», методы типа «сценариев», методы типа «Дель-фи», методы структуризации, морфологические методы, экспертные оценки, методы организации сложных экспертиз /Лек/	6	2	ОПК-6.2 ПКР-1.1	Л1.3Л2.4
3.10	"Анализ нелинейной системы управления вращением спутника при устойчивости" На основе критериев устойчивости исследуется нелинейная модель управления спутника с предполагаемой устойчивостью решения. /Пр/	6	2	ОПК-1.2 ПКР-1.1	Л1.3Л2.4

3.11	"Графическая интерпретация анализа нелинейной системы управления вращением спутника при устойчивости" Приводится графическая интерпретация результатов анализа устойчивости в виде графиков решений нелинейной системы и нормы отношения величины возмущения решения к возмущению начальных данных. /Пр/	6	2	ОПК-1.1 ОПК-6.3	Л1.3Л2.2 Л2.4
3.12	Подготовка к коллоквиуму по вопросам из приведенного списка. /Ср/	6	6	ОПК-1.2 ПКР-1.3	Л1.2Л2.2 Л2.3
3.13	/Экзамен/	6	36	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Горохов А. В., Петрова Л. В., Абдулаев В. И., Баранов А. В., Амбарян Ц. О.	Общая теория систем: прикладные аспекты: учебное пособие	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494181">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494181</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.2	Вдовин В. М., Суркова Л. Е., Валентинов В. А.	Теория систем и системный анализ: учебник	Москва: Дашков и К°, 2020	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=573179">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=573179</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.3	Маторин С. И., Жихарев А. Г., Зимовец О. А., Тубольцев М. Ф., Кондратенко А. А., Маторин С. И.	Теория систем и системный анализ: учебник	Москва Берлин: Директмедиа Паблишинг, 2019	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574641">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574641</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

##### 5.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Калужский М. Л.	Общая теория систем: учебное пособие	Москва: Директ-Медиа, 2013	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=143854">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=143854</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.2	Яковлев С. В.	Теория систем и системный анализ: учебное пособие	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457780">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457780</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.3	Горохов А. В., Петрова Л. В., Абдулаев В. И., Баранов А. В.	Общая теория систем: учебное пособие	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459479">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459479</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.4	Клименко, И. С.	Теория систем и системный анализ: учебное пособие	Москва: Российский новый университет, 2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/21322.html">http://www.iprbookshop.ru/21322.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

### 5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

rsl.ru – Российская государственная библиотека

eLibrary.ru – Научная электронная библиотека

biblioclub.ru – Университетская библиотека онлайн

intuit.ru – Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»

### 5.4. Перечень программного обеспечения

Microsoft Office

DelphiStudio

### 5.5. Учебно-методические материалы для студентов с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Помещения для проведения всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения. Для проведения лекционных занятий используется демонстрационное оборудование. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, рабочие места в которых оборудованы необходимыми лицензионными программными средствами и выходом в интернет.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

#### 1.1 Показатели и критерии оценивания компетенций:

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания
ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности			
<i>Знать:</i> теорию систем и системного анализа с учётом использования основ экономических знаний в различных сферах деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	Решает практико-ориентированные задания. Выполняет содержательный анализ избранной темы. Подготовка доклада по избранной теме. Изучает лекционный материал, основную и дополнительную литературу. Выполняет поиск и сбор необходимой информации.	Полнота и правильность решения, наличие выводов. Полнота раскрытия темы. Полнота и содержательность ответа.	ПЗ – практические задания (1-2) Д – доклад Э – вопросы к экзамену (1-22)
<i>Уметь:</i> использовать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	Решает практико-ориентированные задания. Выполняет содержательный анализ избранной темы. Подготовка доклада по избранной теме. Изучает лекционный материал, основную и дополнительную литературу. Выполняет поиск и сбор необходимой информации.	Полнота и правильность решения, наличие выводов. Полнота раскрытия темы. Полнота и содержательность ответа.	ПЗ – практические задания (3-4) Д – доклад Э – вопросы к экзамену (1-22)
<i>Иметь навыки:</i> теоретического и экспериментального	Решает практико-ориентированные задания.	Полнота и правильность решения, наличие выводов. Полнота раскрытия темы.	ПЗ – практические задания (5-6)

исследования в профессиональной деятельности;	Выполняет содержательный анализ избранной темы. Подготовка доклада по избранной теме. Изучает лекционный материал, основную и дополнительную литературу. Выполняет поиск и сбор необходимой информации.	Полнота и содержательность ответа.	Д – доклад Э – вопросы к экзамену (1-22)
ОПК-6 – способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования			
<i>Знать:</i> особенности анализа с целью подготовки сбалансированных управленческих решений;	Решает практико-ориентированные задания. Выполняет содержательный анализ избранной темы. Подготовка доклада по избранной теме. Изучает лекционный материал, основную и дополнительную литературу. Выполняет поиск и сбор необходимой информации.	Полнота и правильность решения, наличие выводов. Полнота раскрытия темы. Полнота и содержательность ответа.	ПЗ – практические задания (7-8) Д – доклад Э – вопросы к экзамену (1-22)
<i>Уметь:</i> анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;	Решает практико-ориентированные задания. Выполняет содержательный анализ избранной темы. Подготовка доклада по избранной теме. Изучает лекционный материал, основную и дополнительную литературу. Выполняет поиск и сбор необходимой информации.	Полнота и правильность решения, наличие выводов. Полнота раскрытия темы. Полнота и содержательность ответа.	ПЗ – практические задания (9-10) Д – доклад Э – вопросы к экзамену (1-22)
<i>Иметь навыки:</i> использовать методы теоретико-системного	Решает практико-ориентированные задания.	Полнота и правильность решения, наличие выводов. Полнота раскрытия темы.	ПЗ – практические задания (11-12)

подхода к моделированию предметной области на основе формализации решения прикладных задач;	Выполняет содержательный анализ избранной темы. Подготовка доклада по избранной теме. Изучает лекционный материал, основную и дополнительную литературу. Выполняет поиск и сбор необходимой информации.	Полнота и содержательность ответа.	Д – доклад Э – вопросы к экзамену (1-22)
ПКР-1 – способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач			
<i>Знать:</i> возможности применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач;	Решает практико-ориентированные задания. Изучает лекционный материал, основную и дополнительную литературу. Выполняет поиск и сбор необходимой информации.	Полнота и правильность решения, наличие выводов. Полнота и содержательность ответа.	ПЗ – практические задания (13-14) К – коллоквиум (1-5) Э – вопросы к экзамену (1-22)
<i>Уметь:</i> применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач;	Решает практико-ориентированные задания. Изучает лекционный материал, основную и дополнительную литературу. Выполняет поиск и сбор необходимой информации.	Полнота и правильность решения, наличие выводов. Полнота и содержательность ответа.	ПЗ – практические задания (15-16) К – коллоквиум (6-10) Э – вопросы к экзамену (1-22)
<i>Иметь навыки:</i> применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Решает практико-ориентированные задания. Изучает лекционный материал, основную и дополнительную литературу. Выполняет поиск и сбор необходимой информации.	Полнота и правильность решения, наличие выводов. Полнота и содержательность ответа.	ПЗ – практические задания (17-18) К – коллоквиум (11-15) Э – вопросы к экзамену (1-22)

## 1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале:

84-100 баллов (оценка «отлично»);

- 67-83 баллов (оценка «хорошо»);
- 50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»);
- 0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»).

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

### **Вопросы к экзамену**

1. Основные признаки системы.
2. Методики системного анализа.
3. Основные понятия системного анализа.
4. Задачи системного анализа.
5. Принципы системного анализа.
6. Области применения системного анализа.
7. Определение системы.
8. Понятие модели системы.
9. Основные типы шкал измерения.
10. Методы формализованного представления систем.
11. Методы типа «мозговой атаки» или «коллективная генерация идей».
12. Методы типа «сценариев».
13. Методы типа «Дельфи».
14. Понятия, характеризующие строение и функционирование систем.
15. Классификация систем.
16. Логические основы системного анализа.
17. Методология познания.
18. Классификация методов и моделей системного анализа.
19. Методы структуризации.
20. Морфологические методы.
21. Экспертные оценки.
22. Методы организации сложных экспертиз.

### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» (84-100 баллов) – изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;

- оценка «хорошо» (67-83 баллов) – наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины;

- оценка «удовлетворительно» (67-83 баллов) – наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целями обучения, изложение ответов с отдельными

ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике;

- оценка «неудовлетворительно» (менее 50 баллов) – ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

## Практические задания

Нелинейная система управления вращением спутника имеет вид:

$$\begin{cases} \ddot{y}_1 = -2y_2 + u_1, \\ \ddot{y}_2 = 2y_1 + u_2, \\ \ddot{y}_3 = -y_2 w(y_3, y_4) + u_3, \\ \ddot{y}_4 = y_1 w(y_3, y_4) - u_4, \end{cases} \quad (1)$$

где  $w(y_3, y_4) = \sqrt{1 - y_3^2 - y_4^2}$ , координаты  $y_1, y_2$  – компоненты спин-вектора;

координаты  $y_3, y_4$  – компоненты вспомогательного вектора единичной длины, возникающие при переходе к инерциальной системе координат из системы, жестко связанной со спутником; управления  $u_1, u_2$  – моменты, создаваемые двумя реактивными двигателями.

Законы управления  $u_1(y_1, y_2, y_3, y_4)$  и  $u_2(y_1, y_2, y_3, y_4)$  должны обеспечивать стабилизацию вращения спутника вокруг неподвижной оси.

Путем аналитических процедур на основе метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) синтезируется автопилот, который гарантирует асимптотическую устойчивость движения спутника в заданной области.

При этом по определению область изменения координат  $y_3, y_4$  спутника удовлетворяет неравенству  $y_3^2 + y_4^2 < 1$ , поэтому поведение этих координат следует рассматривать в этой области.

Законы управления, обеспечивающие асимптотическую устойчивость, имеют вид:

$$\begin{aligned} B u_1 = & -\frac{\alpha b_{22}}{\zeta T_1} - \frac{b_{12}}{T_2} - b_{24} b_{12} \frac{\ddot{y}_1}{\varnothing} + (b_{12} b_{22} y_3 - b_{24} b_{12} y_4) \times \\ & \times (y_2 y_3 - y_1 y_4) w^{-2} + \frac{\alpha b_{22} b_{12}}{\zeta T_2} + 2B + b_{13} b_{22} - \frac{b_{12} b_{22} \ddot{y}_2}{T_1 \varnothing} - \\ & - \frac{\alpha b_{24} b_{22}}{\zeta T_1} + \frac{b_{22} b_{13} \ddot{y}_3}{T_1 \varnothing} w^{-1} - \frac{\alpha b_{13} b_{22}}{\zeta T_2} - \frac{b_{12} b_{24} \ddot{y}_4}{T_2 \varnothing} w^{-1}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
 B u_2 = & -\frac{\partial}{\partial e} 2B + b_{24} - \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \ddot{\vartheta} y_1 - \frac{\partial}{\partial e} b_{13} + \frac{b_{22}}{T_2} - \frac{b_{12}}{T_1} \ddot{\vartheta} y_2 + \\
 & + \frac{\partial}{\partial e} b_{24} + \frac{b_{13}}{T_1} \ddot{\vartheta} y_3 w^{-1} + \frac{\partial}{\partial e} b_{13} + \frac{b_{24}}{T_2} \ddot{\vartheta} y_4 w^{-1} + (b_{13} y_3 - b_{24} y_4) (y_1 y_4 - y_2 y_3) w^{-2},
 \end{aligned} \tag{3}$$

где  $B = b_{22} - b_{12}$ ,  $b_{22}$ ,  $b_{24}$ ,  $b_{12}$  и  $b_{13}$  – параметры, выбор которых производится из условий оптимизации системы в режиме малых отклонений по некоторому квадратичному критерию качества, или, исходя из задания прямых показателей качества, например, времени и характера затухания переходных процессов системы.

С помощью представленных законов управления на основе метода АКАР синтезируется следующая линейная система:

$$\begin{cases}
 \dot{x} = -\frac{b_{13}}{B} x + \frac{\partial}{\partial e} 1 + \frac{b_{24}}{B} \ddot{\vartheta} y, \\
 \dot{y} = -\frac{\partial}{\partial e} 1 + \frac{b_{13} b_{22}}{B} \ddot{\vartheta} x + \frac{b_{24} b_{12}}{B} y.
 \end{cases} \tag{4}$$

Выполнить анализ устойчивости линеаризованной системы (4), на основе данных из таблицы 1 (обратить внимание как находится переменная  $B$ ). Исследование провести на отрезке  $[0; 50]$  и на отрезке  $[0; 100]$  с шагом величиной  $h = 10^{-4}$  и  $h = 10^{-5}$ .

Результаты исследования представить в виде таблицы (всего 4):

Результаты анализа устойчивости системы (4) с нулевыми начальными условиями при значении шага  $h = 10^{-4}$

$t$	$norma$
5	
10	
15	
20	
25	
30	
35	
40	
45	
50	

По изменению значений нормы сделать вывод о характере устойчивости исследуемой системы.

Примечание. Для исследования использовать программу eJler.

Таблица 1. Варианты заданий (номер варианта соответствует порядковому номеру студента в списке группы)

№	Значения параметров	Начальные условия
1	$b_{22} = 1, b_{24} = 1, b_{12} = -1, b_{13} = 10,$ $T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = 0,6, y_{40} = 0,5$
2	$b_{22} = 1, b_{24} = 1, b_{12} = -1, b_{13} = 10,$ $T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-2},$ $y_{40} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-2}$
3	$b_{22} = 1, b_{24} = 1, b_{12} = -1, b_{13} = 10,$ $T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-3},$

		$y_{40} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-3}$
4	$b_{22} = 2, b_{24} = 2, b_{12} = -2, b_{13} = 11,$ $T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = 0,6, y_{40} = 0,5$
5	$b_{22} = 2, b_{24} = 2, b_{12} = -2, b_{13} = 11,$ $T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-2},$ $y_{40} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-2}$
6	$b_{22} = 2, b_{24} = 2, b_{12} = -2, b_{13} = 11,$ $T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-3},$ $y_{40} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-3}$
7	$b_{22} = 90, b_{24} = 90, b_{12} = -90,$ $b_{13} = 100, T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = 0,6, y_{40} = 0,5$
8	$b_{22} = 90, b_{24} = 90, b_{12} = -90,$ $b_{13} = 100, T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-2},$ $y_{40} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-2}$
9	$b_{22} = 90, b_{24} = 90, b_{12} = -90,$ $b_{13} = 100, T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-3},$ $y_{40} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-3}$
10	$b_{22} = 100, b_{24} = 100, b_{12} = -100,$ $b_{13} = 100, T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = 0,6, y_{40} = 0,5$
11	$b_{22} = 100, b_{24} = 100, b_{12} = -100,$ $b_{13} = 100, T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-2},$ $y_{40} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-2}$
12	$b_{22} = 100, b_{24} = 100, b_{12} = -100,$ $b_{13} = 100, T_1 = T_2 = 0,5$	$t_0 = 0, y_{10} = 1, y_{20} = 1, y_{30} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-3},$ $y_{40} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-3}$

### Критерии оценки:

- 40-50 баллов, если студент правильно выполнил 84-100% практических заданий;
- 30-40 баллов, если студент правильно выполнил 67-83% практических заданий;
- 15-30 баллов, если студент правильно выполнил 50-66% практических заданий;
- 0-15 баллов, если студент правильно выполнил менее 50 % практических заданий.

### Доклад

1. Исследование численной устойчивости разностных аппроксимаций методов численного интегрирования ОДУ.

2. Разностные методы решения ОДУ.
3. Системы ОДУ в нормальной форме. Условия существования и единственности решения.
4. Сведение дифференциальных уравнений высокого порядка к системам ОДУ в нормальной форме.
5. Приемы интегрирования систем ОДУ в нормальной форме.
6. Приближенные аналитические методы решения ОДУ. Метод степенных рядов, Пикара.
7. Методы анализа устойчивости в качественной теории дифференциальных уравнений.
8. Метод линеаризации – первый метод Ляпунова.
9. Метод существования функций Ляпунова – второй метод.
10. Теория бесконечных произведений. Частичные произведения, вопросы сходимости.
11. Метод АКАР и оптимальное управление.
12. Управление нелинейными колебательными системами.
13. Управление робототехническими системами.
14. Управление пространственным движением.

#### **Критерии оценки:**

- 19-25 баллов, если студент перечисляет все существенные характеристики обозначенного в вопросе предмета и возможные варианты дальнейшего развития решения проблемы, если это возможно;
- 13-18 баллов, если студент раскрыл только часть основных положений вопроса, продемонстрировал неточность в представлениях о предмете вопроса;
- 7-12 баллов, если студент обозначил общую траекторию ответа, но не смог конкретизировать основные компоненты;
- 0-6 баллов, если студент не продемонстрировал знаний основных понятий, представлений об изучаемом предмете.

### **Коллоквиум**

1. Основные признаки системы.
2. Методики системного анализа.
3. Основные понятия системного анализа.
4. Задачи системного анализа.
5. Принципы системного анализа.
6. Области применения системного анализа.
7. Определение системы.
8. Понятие модели системы.
9. Основные типы шкал измерения.
10. Методы формализованного представления систем.
11. Методы типа «мозговой атаки» или «коллективная генерация идей».
12. Методы типа «сценариев».
13. Методы типа «Дельфи».
14. Понятия, характеризующие строение и функционирование систем.
15. Классификация систем.

#### **Критерии оценки:**

- 19-25 баллов, если студент полностью раскрыл основные положения вопроса, продемонстрировал точность в представлениях о предмете вопроса;
- 13-18 баллов, если студент раскрыл только часть основных положений вопроса, продемонстрировал неточность в представлениях о предмете вопроса;
- 7-12 баллов, если студент обозначил общую траекторию ответа, но не смог конкретизировать основные компоненты;



- 0-6 баллов, если студент не продемонстрировал знаний основных понятий, представлений об изучаемом предмете.

### **3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

**Текущий контроль** успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится по расписанию промежуточной аттестации в устном виде. Количество вопросов в экзаменационном задании – 2. Объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины адресованы студентам всех форм обучения.

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- практические работы.

Важным условием успешного освоения дисциплины «Теория систем и системный анализ» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая

серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому 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, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Изучение дисциплины проходит с акцентом на практические работы. По темам практических занятий разработаны учебно-методические материалы, в которых изложены подробные методические рекомендации по изучению каждой темы и выполнению заданий. Наличие таких учебно-методических и дидактических материалов позволяет каждому студенту работать в своем индивидуальном темпе, а также дополнительно прорабатывать изучаемый материал во время самостоятельных занятий.

Для успешного овладения предлагаемым курсом студент должен обладать определённой информационной культурой: навыками работы с литературой, умением определять и находить информационные ресурсы, соответствующие целям и задачам образовательного процесса, получать к ним доступ и использовать в целях повышения эффективности своей профессиональной деятельности. При изучении данного курса необходимо максимально использовать компьютер, изучать дополнительные информационные ресурсы.

#### **Подготовка к промежуточной аттестации.**

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).