



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«15» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математические методы и модели в инновационной деятельности

направление подготовки/специальность 15.04.06 Мехатроника и робототехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Мехатронные и
робототехнические системы

Форма обучения очная

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является подготовка студентов магистратуры к использованию современной теории и практики математического моделирования при управлении инновационными проектами и программами.

Задачи дисциплины:

- изучение основы моделирования явлений и процессов;
- составление представления о классификации и видах моделей;
- использование моделирования для достижения целей, имеющих практическую значимость;
- изучение принципов моделирования и их использования при разработке научных проектов и программ различных видов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем	ПК-1.1 Демонстрирует понимание актуальной нормативной документации, методов, средств и практики планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области профессиональной деятельности	знает математические методы и модели в управлении инноваций, способствующие выбору технологии осуществления результатов научного исследования умеет ориентироваться в актуальной документации, методах, средствах и практике планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области профессиональной деятельности владеет знаниями методов, средств и практике планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области профессиональной деятельности
ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем	ПК-1.2 Осуществляет обоснование перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний	знает Закономерности перспектив проведения исследований умеет анализировать новые направления исследований в области мехатроники и робототехники владеет основными методами математического аппарата при построении математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов, модулей

<p>ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ПК-1.3 Определяет перечень задач исследований в соответствии с новой научной проблематикой в профессиональной области знаний</p>	<p>знает отечественную и международную нормативную базу в области научных знаний; научную проблематику; организацию и проведение научных исследований</p> <p>умеет анализировать новую научную проблематику научной области знаний; применять методы, средства и практику планирования научных исследований</p> <p>владеет навыками проведения научных исследований в новых направлениях и навыками обоснования научных исследований в новых направлениях</p>
<p>ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ПК-1.4 Подготавливает программу проведения исследований в области мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>знает отечественную и международную нормативную базу в области профессиональной деятельности</p> <p>умеет применять актуальную нормативную документацию в области робототехнических систем</p> <p>владеет навыками анализа возможных областей применения результатов научно-исследовательских работ</p>
<p>ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ПК-1.5 Осуществляет контроль проведения исследований в области мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>знает методы математического моделирования организации и управления инновационной деятельностью</p> <p>умеет проводить анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в сфере математического моделирования организации и управления инновационной деятельностью</p> <p>владеет методами компьютерной реализации математического моделирования организации и управления инновационной деятельностью</p>

ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем	ПК-1.6 Представляет результаты проведения исследований для научно-технической экспертизы	знает технологии планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач умеет следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научнообразовательных задач владеет различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научнообразовательных задач
---	--	--

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.01 основной профессиональной образовательной программы 15.04.06 Мехатроника и робототехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, полученные в ходе прохождения обучения на бакалавриате соответствующего направления подготовки.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Информационное моделирование в профессиональной сфере (ТИМ)	ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
2	Проектирование и эксплуатация мехатронных и робототехнических систем	ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ПК-3.1, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ОПК-3.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5
3	Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-3.1
4	Машинное обучение и анализ данных	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3.1, ПК(Ц)-1.1
5	Нейронные сети и нейроконтроллеры	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-3.1
6	Практические основы анализа больших данных и визуализации результатов	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4
7	Системы автоматизированного проектирования	ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5

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

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			1
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	0	32
Иная контактная работа, в том числе:	0,25		0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)			
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))			
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	8,75		8,75
Самостоятельная работа (СР)	87		87
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	4		4

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

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Основные понятия моделирования										
1.1.	Основные понятия моделирования	1	2		4			16	22	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	
1.2.	Анализ устойчивости	1	4		6			17	27	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	
1.3.	Бифуркации стационарного состояния динамической системы	1	4		8			18	30	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	
2.	2 раздел. Математические методы и модели										
2.1.	Понятие аттрактора динамической системы	1	2		6			18	26	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	
2.2.	Вычисление корреляционного интеграла и корреляционной размерности восстановленного аттрактора	1	4		8			18	30	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	
3.	3 раздел. Контроль усвоенного материала										
3.1.	Контроль усвоенного материала	1							9	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Основные понятия моделирования	Основные понятия моделирования Основные понятия экономико-математического моделирования в инновационной сфере. Модель. Моделирование. Этапы моделирования.
2	Анализ устойчивости	Анализ устойчивости стационарного состояния динамической системы Траектории системы в пространстве. Типы устойчивости стационарного состояния.
3	Бифуркации стационарного состояния динамической системы	Бифуркации стационарного состояния динамической системы (характеристический показатель Ляпунова) Исследования по теории показателей Ляпунова.
4	Понятие аттрактора динамической системы	Аттрактор Классификация. Свойства и связанные определения. Виды формализации определения. Максимальный аттрактор. Аттрактор Милнора. Неблуждающее множество. Статистический аттрактор. Минимальный аттрактор.
5	Вычисление корреляционного интеграла и корреляционной размерности восстановленного аттрактора	Вычисление корреляционного интеграла и корреляционной размерности восстановленного аттрактора Расчет корреляционной размерности восстановленного аттрактора.

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Основные понятия моделирования	Основные понятия моделирования Примеры простейших моделей.
2	Анализ устойчивости	Анализ устойчивости модели исходной и модифицированной системы Вольтерра при различных значениях параметров модели Модель Вольтерра, идентификация, устойчивость, статическая проверка
3	Бифуркации стационарного состояния динамической системы	Бифуркации стационарного состояния динамической системы (бифуркация рождения или исчезновения предельного цикла типа Андронова-Хопфа) Определение. Мягкая и жесткая потери устойчивости.
4	Понятие аттрактора динамической системы	Реконструкция аттрактора динамической системы методом Такенса Теорема Такенса. Метод для реконструкции аттрактора. Выбор задержки.
5	Вычисление корреляционного интеграла и корреляционной размерности	Вычисление корреляционного интеграла и корреляционной размерности восстановленного аттрактора Вычисление $C(\epsilon)$ для различных значений D_{emb} ; Поиск линейного участка зависимости $\log C(\epsilon)$ от $\log(\epsilon)$ и определение его наклона для каждого значения D_{emb} ; Определение оптимального значения D_{emb}

	восстановленного аттрактора	и соответствующей ему величины D_2 .
--	-----------------------------	--

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Основные понятия моделирования	Основные понятия моделирования Виды экономико-математических методов и моделей.
2	Анализ устойчивости	Анализ устойчивости модели исходной и модифицированной системы Вольтерра при различных значениях параметров модели Примеры модели Вольтерра при различных значениях параметров модели
3	Бифуркации стационарного состояния динамической системы	Анализ динамической системы в окрестности предельного цикла Динамические системы и бифуркации. Суперкритическая и субкритическая бифуркации Андронова-Хопфа и явление гистерезиса.
4	Понятие аттрактора динамической системы	Аттрактор Упрощенная версия теоремы Такенса.
5	Вычисление корреляционного интеграла и корреляционной размерности восстановленного аттрактора	Вычисление корреляционного интеграла и корреляционной размерности восстановленного аттрактора Особенности сигнала и способы его преодоления.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям. При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовить доклад или сообщение, предусмотренные РПД;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Основные понятия моделирования	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
2	Анализ устойчивости	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
3	Бифуркации стационарного состояния динамической системы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
4	Понятие аттрактора динамической системы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
5	Вычисление корреляционного интеграла и корреляционной размерности восстановленного аттрактора	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
6	Контроль усвоенного материала	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6	Зачет с оценкой

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Типовые контрольные задания или иные материалы текущей аттестации, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК-1.1-1.6, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

1. Моделирование как метод познания.
2. Измерения в эксперименте. Точность и достоверность измерения.
3. Шкалы измерений. Допустимые преобразования шкалы.
4. Активный и пассивный эксперимент. Основные принципы статистического планирования эксперимента.
5. Восполнение экспериментальных данных методом математического моделирования.
6. Статистическая гипотеза. Критическая область и область принятия гипотезы. Уровень значимости. Мощность критерия.
7. Коэффициент корреляции, корреляционное отношение. Проверка гипотезы о значимости корреляционной связи.
8. Частный и множественный коэффициенты корреляции.
9. Ранговая корреляция.
10. Методы статистической оценки связи между качественными признаками.
11. Определение полиномиальной регрессии по сгруппированным статистическим данным.
12. План «латинский квадрат». Процедура обработки результатов эксперимента.
13. Факторные планы. Полный факторный эксперимент.
14. Дробный факторный эксперимент.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
---------------------------------------	--

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерный перечень теоретических вопросов для проведения промежуточной аттестации обучающихся:

1. В чем заключается смысл системного подхода к анализу социально-экономических систем и процессов?
2. Сформулируйте понятия «модель» и «метод моделирования».
3. Каковы важнейшие особенности социально-экономических систем как объектов моделирования?
4. Дайте характеристику этапов экономико-математического моделирования.
5. Укажите основные научные дисциплины и методы, входящие в состав экономико-математических методов.
6. Назовите основные классификационные признаки экономико-математических моделей и приведите примеры моделей, входящих в ту или иную классификационную рубрику.
7. В чем суть принципа оптимальности в планировании и управлении?
8. Сформулируйте задачу линейного программирования.
9. Дайте определение для следующих понятий: план, допустимый план, оптимальный план, решение задачи.
10. Чем отличается общая задача линейного программирования от канонической?
11. В чем заключается геометрическая интерпретация задачи линейного программирования?
12. Какой план называется базисным?
13. Какой план задачи линейного программирования называется вырожденным?
14. Как с точки зрения геометрической интерпретации можно представить процесс поиска оптимального плана в задаче линейного программирования?
15. Сформулируйте основные этапы стандартной итерации симплекс-метода.
16. Для чего применяется преобразование Жордана-Гаусса?
17. Какой элемент симплекс-таблицы называется ведущим (ключевым)?
18. При каких условиях делается вывод о неограниченности целевой функции в решаемой задаче? Какая геометрическая интерпретация соответствует данному случаю?
19. Какая задача называется вырожденной? Какую экономическую интерпретацию имеет ситуация вырожденности?
20. Сформулируйте общую постановку задачи линейного программирования. Каковы особенности канонической формы записи этой задачи?
21. Дайте общую характеристику метода Жордана-Гаусса исследования систем линейных уравнений.
22. В чем заключается геометрическая интерпретация задачи линейного программирования?
23. Каковы основные этапы графического метода решения задач линейного программирования?
24. В чем суть симплекс-метода? На каких свойствах задач линейного программирования он основан?
25. Сформулируйте последовательность этапов практической реализации алгоритмов симплекс-метода при решении задач линейного программирования.
26. Когда возникает необходимость использования симплекс-метода с искусственным базисом (М-метода)? В чем суть этой модификации симплекс-метода?
27. Дайте определение двойственной задачи.
28. Какими основными свойствами обладает пара двойственных задач?
29. В чем заключается экономическая интерпретация переменных двойственной задачи?
30. В каких ситуациях могут быть реализованы преимущества двойственного симплекс-метода?
31. Что такое двойственная задача в линейном программировании?
32. Дайте экономическую интерпретацию свойств двойственных оценок.
33. Опишите экономико-математическую модель транспортной задачи. Какие методы решения транспортных задач вы знаете?
34. Дайте экономическую интерпретацию метода потенциалов решения транспортной задачи.

35. Что такое задачи целочисленного программирования? Приведите примеры таких задач и назовите известные вам методы их решения.
36. Какие основные проблемы возникают при решении дискретных задач?
37. Какие экономико-математические модели могут быть сведены к задаче о коммивояжере?
38. Какой принцип используется для построения правильного отсечения в методе Гомори?
39. Перечислите принципиальные идеи, лежащие в основе методов ветвей и границ.
40. Как производится построение отсечения при решении целочисленной линейной задачи методом ветвей и границ?
41. Опишите схему решения целочисленной задачи линейного программирования методом ветвей и границ.
42. В чем сущность задач многокритериальной оптимизации? Дайте характеристику метода последовательных уступок.
43. Опишите общую постановку задачи нелинейного программирования. В чем суть метода?
44. Лагранжа решения классической оптимизационной задачи?
45. При каких условиях оптимизационная задача может быть отнесена к классу нелинейных?
46. Приведите пример экономической модели, сводящейся к задаче нелинейного программирования.
47. Перечислите основные трудности, возникающие в процессе решения задачи нелинейного программирования.
48. Какой смысл вкладывается в понятие «условная оптимизация»?
49. Для чего предназначен метод множителей Лагранжа и в чем он состоит?
50. Какие специфические свойства позволяют выделить транспортные задачи в отдельный класс из множества задач линейного программирования?
51. Опишите метод построения допустимого плана транспортной задачи.
52. Сколько ненулевых элементов должен содержать невырожденный базисный план транспортной задачи?
53. Сформулируйте критерий оптимальности для допустимого плана транспортной задачи.
54. Что положено в основу метода потенциалов?
55. Из чего вытекает критерий оптимальности допустимого плана транспортной задачи?
56. Перечислите основные этапы метода потенциалов.
57. Какие условия должны быть соблюдены при построении цепочки преобразования плана в методе потенциалов?
58. Что следует делать при возникновении ситуации вырожденности текущего плана в транспортной задаче?
59. Перечислите основные этапы распределительного метода для транспортной задачи.
60. Дайте краткую характеристику задач динамического программирования и методов их решения.
61. Для решения каких задач предназначен метод динамического программирования?
62. В чем заключена суть метода динамического программирования?
63. Какие трудности связаны с вычислительными алгоритмами динамического программирования?
64. Сформулируйте математическую модель для задачи о вложении капитала.
65. Выпишите основное рекуррентное соотношение, используемое при решении задачи о вложении капитала.
66. Какой вид имеет целевая функция в динамической задаче о замене оборудования?
67. Выпишите основное рекуррентное соотношение, используемое при решении динамической задачи о замене оборудования.
68. Раскройте основные понятия имитационного моделирования и перечислите этапы машинной имитации как экспериментального метода изучения экономики.
69. В чем суть методов сетевого планирования и управления? Дайте содержательную характеристику элементов сетевого графика.
70. Какие задачи решаются на основе сетевых моделей? Раскройте сущность сетевого

планирования в условиях неопределенности.

71. В чем суть балансового метода исследования социально-экономических систем?

72. Поясните принципиальную схему межотраслевого баланса и раскройте экономическое содержание ее разделов.

73. Дайте определение коэффициентов прямых и полных материальных затрат и укажите способы их вычисления.

74. В чем суть постановки классической задачи управления запасами?

75. Укажите основные принципиальные системы регулирования запасов и назовите их регулирующие параметры.

76. Приведите примеры систем массового обслуживания в экономике. Из каких элементов состоит СМО?

77. Раскройте суть аналитического и имитационного моделирования СМО. Укажите требования к входящему потоку и времени обслуживания в аналитических моделях СМО.

78. Назовите основные характеристики СМО и укажите методы их расчета для замкнутых и разомкнутых систем.

79. Кратко сформулируйте предмет теории игр как научной дисциплины.

80. Какой смысл вкладывается в понятие «игра»?

81. Для описания каких экономических ситуаций может быть применен аппарат теории игр?

82. Какая игра называется антагонистической?

83. В чем заключаются принципы максимина и минимакса?

84. При каких условиях можно говорить о том, что игра имеет седловую точку?

85. Приведите примеры игр, которые имеют седловую точку и в которых она отсутствует.

86. Какие подходы существуют к определению оптимальных стратегий?

87. Что называют «ценой игры»?

88. Дайте определение понятию «смешанная стратегия».

89. Дайте основные понятия теории игр и приведите примеры экономических задач, которые могут быть решены методами теории игр.

90. Какие парные игры называются матричными? Приведите пример построения платежной матрицы.

91. Поясните принципы использования моделей теории игр в экономических задачах в условиях неопределенности (игры с природой).

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерный перечень практических заданий:

1. Построение фазового портрета хаотических колебаний системы Ресслера.

2. Построение фазового портрета хаотических колебаний системы Лоренца.

3. Построение фазовых портретов модифицированной системы Вольтерра при различных значениях параметров системы.

4. Применение программ MATCONT для анализа динамических систем (построение предельных циклов).

5. Применение программ MATCONT для анализа динамических систем (построение бифуркационных диаграмм).

6. Построение хаотического аттрактора системы Хенона.

7. Построение хаотического аттрактора системы Лоренца.

8. Построение хаотического аттрактора системы Ресслера.

9. Вычисление корреляционной размерности хаотического аттрактора системы Ресслера.

10. Вычисление корреляционной размерности хаотического аттрактора системы Лоренца.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.
 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой.
 Зачёт с оценкой проводится в форме письменного контрольного задания.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	---	--	---	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Веселовский М. Я., Федотов А. В., Нуралиев С. У., Резникова А. В., Алексахина В. Г., Нефедьев В. В., Хорошавина Н. С., Лучицкая Л. Б., Кирова И. В., Гришина В. Т., Докукина Е. В., Шутова Т. В., Смирнова П. В., Абрашкин М. С., Глекова В. В., Цыплаков А. А., Секерин С. В., Погодина М. Е., Какаджанова А. Д., Дмитриева Е. В., Князева Н. Б., Набатова И. В., Румянцева З. З., Шихиева М. Т., Ершова П. В., Мартынова Е. В., Тажибаева С. О., Лутовинов А. И., Инновационная деятельность в России. Стратегические направления и механизмы, Москва: Научный консультант, 2015	http://www.iprbookshop.ru/75326.html
<u>Дополнительная литература</u>		

1	Колемаев В. А., Гатауллин Т. М., Заичкин Н. И., Водянова В. В., Малыхин В. И., Бодров А. П., Ершов А. Т., Карандаев И. С., Константинова Л. А., Королев И. В., Кутернин М. И., Перегудов С. А., Прохоров Ю. Г., Соловьев В. И., Статкус А. В., Юнисов Х. Х., Колемаева В. А., Математические методы и модели исследования операций, Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017	https://www.iprbookshop.ru/83033.html
2	Трофимова Е. А., Плотников С. В., Гилёв Д. В., Трофимова Е. А., Математические методы анализа, Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015	https://www.iprbookshop.ru/66541.html
3	Гармаш А. Н., Орлова И. В., Федосеев В. В., Экономико-математические методы и прикладные модели, Москва: Юрайт, 2022	https://urait.ru/bcode/507819

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Информационно-правовая база данных Кодекс	http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Тех.Лит.Ру - техническая литература	http://www.tehlit.ru/
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/university/obrazovatelnye-internet-resursy/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
LibreOffice	Свободно распространяемое

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
32. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

<p>32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет</p>
<p>32. Помещения для самостоятельной работы</p>	<p>Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.</p>
<p>32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 117-К и 118-К Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин</p>	<p>Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин 1.1) оборудование (117-К): а) 3D принтер Tiertime X5 на металлическом верстаке б) 3D принтер Tiertime UP300 на металлическом верстаке в) трехосевой робот-манипулятор с двухпальцевым схватом OmegaMan mini - 2шт. д) четырехосевой робот OmegaBot с датчиками и модулями - 20шт. г) робот на гусеничной платформе OmegaBot с датчиками и модулями - 10шт. д) набор робототехнический ТРИК «стартовый» -2 шт. е) набор робототехнический ТРИК «учебная пара» - 4 шт. ж) макетные столы для слесарно-сборочных работ по сборке мехатронных и робототехнических образцов з) металлические шкафы и стеллажи для хранения робототехнических комплектов и наборов инструмента для механосборочных работ (МСП) 2.2) оборудование (118-К) а) компьютерный класс моделирования на ПК б) металлические шкафы и стеллаж для хранения</p>

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 № 1023).

Программу составил:
доцент НТТМ, к.т.н. Стёпина П.А.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Наземных транспортно-технологических машин

30.01.2024, протокол № 10

Заведующий кафедрой Куракина Елена Владимировна

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета
06.02.2024, протокол № 4.

Председатель УМК к.т.н., доцент А.В. Зазыкин