

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«КОНЦЕРН «МОРИНФОРМСИСТЕМА - АГАТ»

УТВЕРЖДАЮ

Главный конструктор направления –
руководитель научно-методического
центра подготовки и переподготовки
кадров, д.т.н., профессор



Е.С. Новиков

20 17 г.

Рассмотрено на заседании
Научно-методической комиссии
протокол от 4.04.2017 № 4

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»
направление подготовки **09.06.01 Информатика и вычислительная техника**

Форма обучения:
Заочная

Москва

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям аспиранта и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и для аспирантов по направленности «Системный анализ, управление и обработка информации» и по направленности «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень подготовки кадров высшей квалификации)
- Рабочим учебным планом НМЦ ППК подготовки аспирантов направленности «Системный анализ, управление и обработка информации», утвержденным в 2015г.;
- Рабочим учебным планом НМЦ ППК подготовки аспирантов направленности «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации сложных систем» являются:

- Изучение общих принципов выявления необходимости решения, а также концептуальная и формальная постановка экстремальных (оптимизационных) задач применительно к разнообразным техническим, организационным и социотехнологическим системам окружающего мира;
- Овладение разнообразными методами решения оптимизационных задач, включая методы математического программирования.
- Овладение навыками применения методов оптимизации к проблемам анализа, синтеза и управления системами и подсистемами воздушно-космической обороны (ВКО).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Универсальные компетенции	УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;	Аудиторные занятия: •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. Самостоятельная работа на предприятии: •практика, •научная работа, •производственная деятельность.
	УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	Аудиторные занятия: •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. Самостоятельная работа на предприятии: •практика, •научная работа, •производственная деятельность.
	УК-5	Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности;	Аудиторные занятия: •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. Самостоятельная работа

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
			<p>практика,</p> <ul style="list-style-type: none"> •научная работа, •производственная деятельность.
Общепрофессиональные компетенции	УК-6	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p>Аудиторные занятия:</p> <p>лекции,</p> <p>учебные семинары,</p> <p>научные семинары.</p> <p>Самостоятельная работа на предприятии:</p> <p>практика,</p> <p>научная работа,</p> <p>производственная деятельность.</p>
	ОП К-1	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;	<p>Аудиторные занятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. <p>Самостоятельная работа на предприятии:</p> <ul style="list-style-type: none"> •практика, •научная работа, •производственная деятельность.
	ОП К-2	Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;	<p>Аудиторные занятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. <p>Самостоятельная</p>

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
			<p>работа на предприятии:</p> <ul style="list-style-type: none"> •практика, •научная работа, •производственная деятельность.
	ОП К-3	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;	<p>Аудиторные занятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. <p>Самостоятельная работа на предприятии:</p> <ul style="list-style-type: none"> •практика, •научная работа, •производственная деятельность.
	ОП К-5	Способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;	<p>Аудиторные занятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. <p>Самостоятельная работа на предприятии:</p> <ul style="list-style-type: none"> •практика, •научная работа, •производственная деятельность.
	ОП К-6	Способность представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности	<p>Аудиторные занятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> •лекции,

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав;	<ul style="list-style-type: none"> •учебные семинары, •научные семинары. Самостоятельная работа на предприятии: <ul style="list-style-type: none"> •практика, •научная работа, •производственная деятельность.
	ОП К-8	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам	Аудиторные занятия: <ul style="list-style-type: none"> •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. Самостоятельная работа на предприятии*: <ul style="list-style-type: none"> •практика, •научная работа, производственная деятельность.
профессиональные компетенции	ПК-1	Способность разработки и применения общих методов системного анализа сложных прикладных объектов, входящих в систему ВКО	Аудиторные занятия: <ul style="list-style-type: none"> •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. Самостоятельная работа на предприятии: <ul style="list-style-type: none"> •практика, •научная работа,

Компетенция	Код по ФГ ОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
			производственная деятельность.
	ПК-2	Способность выявления системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов системы ВКО	Аудиторные занятия: •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. Самостоятельная работа на предприятии: •практика, •научная работа, производственная деятельность.
	ПК-3	Способность использования современных и новейших средств обработки информации для повышения эффективности управления подсистемами системы ВКО	Аудиторные занятия: •лекции, •учебные семинары, •научные семинары. Самостоятельная работа на предприятии: •практика, •научная работа, производственная деятельность.

4. Место дисциплины в структуре знаний и компетенций аспиранта:

Для освоения учебной дисциплины, аспирант должен владеть знаниями, навыками умениями и компетенциями в объёме программы высшего профессионального образования, полученного аспирантом до поступления в аспирантуру по данной специальности.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при:

- проведении практики и научных исследований;
- подготовке кандидатской диссертации.

5. Тематический план учебной дисциплины.

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
			Лекции и	Учебно-научные конференции	
1	Введение	24,0	2,0	2,0	20,0
2	Системный подход, исследование операций и оптимизация	18,0	2,0	4,0	12,0
3	Общая методология исследования операций.	22,0	2,0	6,0	14,0
4	Прикладные задачи исследования операций I	38,0	2,0	6,0	30,0
5	Прикладные задачи исследования операций II	38,0	2,0	6,0	32,0
6	Общая характеристика теории принятия решений	32,0	2,0	4,0	26,0
7	Методы решения экстремальных задач	22,0	2,0	6,0	14,0
8	Особенности решения задач дискретного программирования.	20,0	0,0	6,0	14,0
9	Заключение	2,0	0,0	0,0	0,0
10	Итого	216,0	14,0	40,0	162,0

6. Контроль усвоения дисциплины аспирантами.

6.1. Формы контроля.

Тип контроля	Форма контроля	Аудиторные часы	Параметры
Текущий	Выступление на учебно-научной конференции	35	Доклад с демонстрацией слайдов (10-15 мин.).
Итоговый	экзамен	1	Устный опрос на зачёте.
	Итого	36	

6.2. Критерии оценки знаний, навыков.

1. Критерии оценки работы на научных семинарах: 1) знание материала, 2) умение сообщать материал, 3) умение дополнять ответы, 4) умение задавать существенные вопросы и формулировать проблему, 5) умение готовить и презентовать доклады, 6) посещаемость.

2. Критерии оценки самостоятельной работы, включая итоговый зачётный реферат: 1) умение четко и аргументировано сформулировать цель выполняемой работы, 2) выполнить обзор и анализ существующих технических решений, 3) обосновать принимаемые технические решения и модели при практической и теоретической реализации поставленной задачи, 4) выполнить соответствующие оценки и расчеты и обосновать правильность принятых решений.

3. Критерии оценки ответа при устном зачёте: 1) умение четко изложить существо вопроса, 2) структурировано описать его, 3) умение обсудить предложенные теории, концепции и модели, 4) творческий подход к решению задачи.

4. Итоговая зачётная оценка текущего контроля выставляются по 4-х бальной шкале в конце каждого семестра обучения.

5. Итоговая зачётная оценка выставляются по 4-х бальной шкале после изучения дисциплины при условии положительных зачётных оценок промежуточного (текущего) контроля (не ниже оценки «удовлетворительно» (3)).

7. Содержание дисциплины.

7.1. Общая характеристика.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
	Общие модели проблем и задач оптимизации сложных систем	
1	Сложные системы (СС). Системный подход как концептуальная модель описания и исследования СС.	Основные понятия теории систем (система, подсистема, надсистема, система систем, связи, страты). Виды моделей для описания систем, связей и т.д.). Особенности сложных систем. Принципы системного подхода, как концептуальная модель описания и исследования СС.
2	Теоретический аспект проблемы выбора и проблемы оптимизации.	Основные понятия и определения. Лица, принимающие решения. Люди и их роли в процессе принятия решений. Особая важность проблем индивидуального выбора. Альтернативы. Критерии. Оценки по

		<p>критериям. Процесс принятия решений. Множество Эджворта - Парето. Типовые задачи принятия решений. Пример согласования интересов ЛПР и активных групп. Многодисциплинарный характер науки о принятии решений.</p> <p>Концептуальные модели принятия решений. Аксиоматические теории рационального поведения. Многокритериальные решения при объективных моделях. Методы оценки и сравнения многокритериальных альтернатив. Модели экспертных решений. Модели коллективных решений.</p> <p>Проблема оптимизации и проблема выбора.</p>
3	Особенности проблемы оптимизации СС.	<p>Многоцелевой характер и неопределённость целей оптимизации. Априорная неопределённость, неопределённость процедур (сценариев) достижения целей</p>
4	Существующие модели постановки некоторых формальных и неформальных задач оптимизации.	<p>Обсуждение формальных (математических) моделей оптимизации. Обсуждение методов эвристической оптимизации. Комбинированный («инженерный») подход к оптимизации СС. Соотношение между решением задачи математической оптимизации, эвристической и комбинированной оптимизацией.</p> <p>Метод динамического программирования и его применение при решении задач исследования операций. Задачи динамического программирования. Общая постановка задачи распределения ресурсов.</p> <p>Задачи массового обслуживания. Основные понятия теории массового обслуживания (СМО). Концептуальные модели задач, решаемых теорией СМО и СМО. Приложения к созданию информационно-управляющих систем.</p> <p>Задача упорядочения. Концептуальная модель. Возможные прикладные интерпретации. Построение математической модели.</p> <p>Задача согласования. Концептуальная модель. Возможные прикладные интерпретации. Построение математической модели.</p>

	Методы и алгоритмы решения экстремальных задач	
5	Общая характеристика методов решения экстремальных задач.	Классификация методов решения экстремальных задач по разным основаниям и их характеристика. Экстремальные задачи для функций одной переменной. Экстремальные задачи для функций многих переменных. Вариационные задачи. Классические и неклассические (метод максимума Д.С. Понтрягина и метод динамического программирования) подходы к решению вариационных задач. Линейное программирование. Выпуклое программирование. Нелинейное программирование.
6	Экстремальные задачи в функциональных пространствах.	Общая характеристика однокритериальных и «многокритериальные» задач математического программирования в функциональных пространствах. Классические и неклассические (метод максимума Д.С. Понтрягина и метод динамического программирования) подходы к решению вариационных задач.
7	Общая характеристика методов решения задач выпуклого математического программирования.	Элементы теории выпуклого программирования. Методы решения задач выпуклого программирования. Задачи линейного программирования. основные методы и алгоритмы решения задач линейного программирования.
8	Особенности решения задач невыпуклого программирования.	Методы решения экстремальных задач для функций одной переменной. Поиск минимума унимодальной функции путём сокращения интервала неопределённости и его различные модификации. Методы интерполяции и комбинированные методы. Методы решения экстремальных задач для функций нескольких переменных. Градиентные методы. Квазиньютоновские методы. Методы нулевого порядка. Задачи дискретного программирования. О возможности сведения задачи дискретного программирования к задаче непрерывного программирования. Специальные методы

		решения задач дискретного программирования. Метод ветвей и границ.
--	--	---

7.2. Темы установочных лекций.

1. Организация работы аспиранта при изучении дисциплины. Ключевые вопросы раздела «**Общие модели проблем и задач оптимизации сложных систем**».

2. Анализ работы аспирантов по изучению раздела «**Общие модели проблем и задач оптимизации сложных систем**» по итогам проведённых учебно-научных семинаров. Общие и персональные рекомендации по устранению выявленных недостатков и пробелов.

3. Организация работы аспиранта при изучении дисциплины в семестре и при подготовке итогового зачётного реферата. Ключевые вопросы раздела «**Методы и алгоритмы решения экстремальных задач**».

4. Анализ работы аспирантов по изучению раздела «**Методы и алгоритмы решения экстремальных задач**» по итогам проведённых учебно-научных семинаров. Общие и персональные рекомендации по устранению выявленных недостатков и пробелов. Об организации обсуждения итоговых зачётных работ аспирантов.

7.3. Примеры тем учебно-научных семинаров:

1. Принципы системного подхода, оптимизация и моделирование сложных информационно-управляющих систем.

2. Общая постановка задачи оптимизации СС в различных условиях.

3. Распределительные задачи исследования операций.

4. Постановка задачи управления запасами и возможные методы её решения. Приложение к исследованию систем и подсистем ВКО.

5. Задачи замены, ремонта и определение надёжности оборудования, как задачи оптимизации. Приложение к исследованию систем и подсистем ВКО

6. Метод динамического программирования и его применение к решению задач оптимизации.

7. Концептуальные модели принятия индивидуальных решений.

8. Концептуальные модели принятия коллективных решений.

9. Классификация задач математического программирования и их характеристика.

10. Методы решения экстремальных задач для функций одной переменной.

11. Методы решения экстремальных задач для функций нескольких переменных.

8. Образовательные технологии

Используются следующие образовательные технологии: разбор практических задач, компьютерное моделирование. Предусмотрены в рамках

курса встречи (лекции) с представителями российских компаний, мастер-классы экспертов и специалистов АО «Концерн «Моринсис-Агат»».

9. Оценочные средства для текущего (промежуточного) контроля аспиранта.

9.1. Тематика заданий текущего (промежуточного) контроля.

Так как промежуточный контроль проводится в форме оценки активности участия аспиранта в учебно-научных семинарах (см. 6.1.), то задания текущего (промежуточного) контроля не составляются и не используются. Тема выступления каждого аспиранта на учебно-научном или научном семинаре увязывается с направлением его практики и научной работы.

9.2. Вопросы для оценки качества освоения дисциплины при итоговом зачёте в форме устного опроса.

Примерный перечень вопросов для оценки качества освоения дисциплины:

1. Основные понятия теории систем и их моделей (система, подсистема, надсистема, система, система систем, связи, страты) на примере систем и подсистем ВКС.

2. Понятие «сложная система».

3. Общая характеристика системного подхода к моделированию и исследованию сложных систем.

4. Различные определения и различные аспекты понятия «оптимизация системы».

5. Обсуждение понятий «принятие решений» и «оптимизация системы».

6. Постановка, интерпретация и характеристика методов решения «распределительных задач» исследования операций.

7. Постановка, интерпретация и характеристика методов решения «задач управления запасами» исследования операций.

8. Метод динамического программирования и его применение к задаче распределения ресурсов.

9. Основные понятия теории систем массового обслуживания (СМО) и сетей массового обслуживания (СеМО). Приложение к созданию информационно-управляющих систем.

10. Задача упорядочения. Концептуальная модель. Возможные прикладные интерпретации. Построение математической модели. Основные методы решения математической задачи.

11. Задача согласования. Концептуальная модель. Возможные прикладные интерпретации. Построение математической модели. Основные методы решения математической задачи.

12. Основные понятия и определения теории принятия решений.

13. Альтернативы. Показатели качества. Критерии предпочтения. Процесс принятия решений. Множество Эджворта - Парето.

14. Методы оценки и сравнения многокритериальных альтернатив по нескольким показателя качества. Модели экспертных решений.
15. Модели экспертных решений.
16. Модели коллективных решений.
17. Классификация задач математического программирования.
18. Поиск минимума унимодальной функции путём сокращения интервала неопределённости и его различные модификации.
19. Градиентные методы решения экстремальных задач для функций нескольких переменных.
20. Квазиньютоновские методы решения экстремальных задач для функций нескольких переменных.
21. Методы нулевого порядка решения экстремальных задач для функций нескольких переменных.
22. Метод штрафных функций решения экстремальных задач для функций нескольких переменных при наличии функциональных ограничений.
23. Постановка и классификация задач дискретного (целочисленного) программирования.
24. Идея «метода ветвей и границ» при решении задач дискретного (целочисленного) программирования.

9.3. Примеры заданий итогового контроля при итоговом зачёте в форме устного опроса.

Билет для итогового зачёта в форме устного опроса содержит два вопроса из аналогичного приведённому в 9.2 перечня вопросов. Билеты составляются перед зачётом с привязкой к темам самостоятельных работ аспирантов (для иллюстрации научных положений и выводов при ответе).

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

10.1. Базовый учебник.

Нет.

10.2. Основная литература.

1. **Технология системного моделирования** / Е.Ф. Аврамчук, А.А. Вавилов, С.В. Емельянов и др.; Под общ. ред. С.В. Емельянова и др. – М.: Машиностроение; Берлин: техник, 1988. – 520 с.: ил.
2. **Вентцель Е.С.** Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.: ил.
3. **Таха, Хемди. А.** Введение в исследование операций, 7-е издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. – 912 с.: ил.
4. **Акоф Р., Сасиени М.** Основы исследования операций. Пер. с англ. с предисл. В.Я. Алтаева. Под ред. И.А. Ушакова – М.: Мир, 1971. – 336 с.
5. **Чуев Ю.В., Спехова Г.П.** Технические задачи исследования операций. – М.: Советское радио, 1971. – 244 с.: ил.

6. **Чуев Ю.В.** Исследования операций в военном деле. – М.: Воениздат, 1970. – 256 с.: ил.
7. **Ларичев О.И.** Теория и методы принятия решений, а также Хроника Событий в Волшебных Странах: Учебник. – М.: Логос, 2000. – 296 с.: ил.
8. **Гуткин Л.С.** Оптимизация радиоэлектронных устройств по совокупности показателей качества. – М.: Советское радио, 1975. – 364 с.: ил.
9. **Губонин Н.С.** Сравнение классов (множеств) систем по безусловному критерию предпочтения / Под ред. И.И. Дзегелёнка. – М.: Изд-во МЭИ, 1991. – 60 с.: ил
10. **Мушник Ф., Мюллер П.** Методы принятия технических решений: Пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 280с.:ил.
11. **Батищев Д.И.** Методы оптимального проектирования: Учеб. пособие для вузов – М.: Радио и связь, 1984. – 248 с.: ил.
12. **Химмельблау Д.М.** Прикладное нелинейное программирование. – М.: Мир, 1975. – 536 с.: ил.
13. **Юдин Д.Б.** Вычислительные методы теории принятия решений. – М.: Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит., 1989, – 320с.
14. **Юдин Д.Б., Горяшко А.П., Немировский А.С.** Математические методы оптимизации устройств и алгоритмов АСУ/ Под ред. Ю.В. Асафьева, В.А. Шабалина. – М.: Радио и связь, 1982. – 288 с.

10.3. Дополнительная литература.

Актуальную дополнительную литературу и статьи в сети Internet учащиеся ищут самостоятельно.

10.4. Справочники, словари, энциклопедии.

Электронные версии изданий справочников, словарей или электронные справочники учащиеся ищут самостоятельно.

10.5. Программные средства.

Для успешного освоения дисциплины, студент использует следующие программные средства:

- Специальные программные ресурсы АО «Концерн «Моринсис - Агат»;
- Лицензионные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы общего назначения, находящиеся в собственности АО «Концерн «Моринсис - Агат»;
- Прочие информационно-справочные ресурсы, свободно доступные из Internet;

Аспирантам рекомендуется использовать иные свободно доступные Internet -ресурсы для поиска информации, дополняющей лекционный курс, а также необходимые для выполнения выпускной работы и диссертации.

10.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины базируется на материально-техническом обеспечении НМЦ и других подразделений АО «Концерн «Моринсис - Агат».

Программу разработал

Губонин Н.С., д.т.н., проф., n.s.gubonin@mail.ru