

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гнатюк Максим Александрович  
Должность: Первый проректор  
Дата подписания: 11.07.2022 09:51:21  
Уникальный программный ключ:  
8873f497f100e798ae8c92c0d38e105c818d5410

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

## Структурная идентификация сложных систем управления рабочая программа дисциплины (модуля)

Направление подготовки Направление 09.06.01 Информатика и вычислительная техника  
Направленность (профиль) Системный анализ, управление и обработка информации

Квалификация **Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:  
зачеты 5

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 5 (3.1) |       | Итого |       |
|---|---------|-------|-------|-------|
|   | 4       |       |       |       |
| Неделя                                    | уп      | рп    | уп    | рп    |
| Лекции                                    | 12      | 12    | 12    | 12    |
| Практические                              | 12      | 12    | 12    | 12    |
| Контактные часы на<br>аттестацию          | 0,25    | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Итого ауд.                                | 24      | 24    | 24    | 24    |
| Контактная работа                         | 24,25   | 24,25 | 24,25 | 24,25 |
| Сам. работа                               | 47,75   | 47,75 | 47,75 | 47,75 |
| Итого                                     | 72      | 72    | 72    | 72    |

Программу составил(и):

*д.т.н, Профессор, Кацюба О.А.*

Рабочая программа дисциплины

**Структурная идентификация сложных систем управления**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.06.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 875)

составлена на основании учебного плана: УП\_09.06.01\_ИВТ\_САУОИ\_ОФО.plx

Направление подготовки Направление 09.06.01 Информатика и вычислительная техника Направленность (профиль)  
Системный анализ, управление и обработка информации

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте**

Зав. кафедрой

| <b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>  |  |                |       |            |
|--|--|----------------|-------|------------|
| 1.1  | Цель изучения дисциплины состоит в овладении студентами теоретических и практических аспектов проблем идентификации сложных многомерных систем разной природы, в том числе в условиях неопределенности. Обучение основным методам понятия оптимальных решений при управлении техническими, экономическими, социальными и другими системами, методам обоснования и выявления достоверности прогнозирования их динамики, приобретение навыков построения математических моделей сложных динамических систем для последующего их изучения.  |                |       |            |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>  |  |                |       |            |
| Цикл (раздел) ОП:  |  | Б1.В.ДВ.03.02  |       |            |
| <b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>  |  |                |       |            |
| ОПК-2: владением культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий |  |                |       |            |
| Знать:   |  |                |       |            |
| достоинства и недостатки методов структурной идентификации, уметь выбирать наиболее подходящий метод                                 |  |                |       |            |
| Уметь:   |  |                |       |            |
| использовать методы математического программирования при решении оптимизационных задач   |  |                |       |            |
| Владеть:   |  |                |       |            |
| методикой векторного оптимизационного анализа однородных и неоднородных многокритериальных моделей задач                             |  |                |       |            |
| ПК-2: Способность использовать существующее программное обеспечение и развивать новое для обработки информации в системах управления |  |                |       |            |
| Знать:   |  |                |       |            |
| методы оценивания адекватности моделей   |  |                |       |            |
| Уметь:   |  |                |       |            |
| интерпретировать полученные результаты   |  |                |       |            |
| Владеть:   |  |                |       |            |
| методами математического программирования для решения задач глобальной оптимизации   |  |                |       |            |
| <b>В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен</b>  |  |                |       |            |
| <b>3.1</b>   | <b>Знать:</b>  |                |       |            |
| 3.1.1  | - современные методы построения математических моделей объектов и систем по экспериментальным данным;  |                |       |            |
| 3.1.2  | - структурную идентификацию;   |                |       |            |
| 3.1.3  | - методы построения статических и динамических моделей объектов управления;  |                |       |            |
| 3.1.4  | - принципы построения и описания сложных систем.   |                |       |            |
| <b>3.2</b>   | <b>Уметь:</b>  |                |       |            |
| 3.2.1  | - решать задачу структурной идентификации динамических систем;   |                |       |            |
| 3.2.2  | - применять методы линейного регрессионного анализа для идентификации динамических систем;   |                |       |            |
| 3.2.3  | - осуществлять выбор наилучшего метода и модели идентификации;   |                |       |            |
| 3.2.4  | - оценивать адекватность моделей;  |                |       |            |
| 3.2.5  | - выбирать оптимальный план эксперимента;  |                |       |            |
| 3.2.6  | - осуществлять постановку эксперимента и обработку экспериментальных данных.   |                |       |            |
| <b>3.3</b>   | <b>Владеть:</b>  |                |       |            |
| 3.3.1  | прикладным программным обеспечением для решения задач структурной идентификации сложных систем   |                |       |            |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>   |  |                |       |            |
| Код занятия  | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Примечание |
|  | <b>Раздел 1. Основные понятия</b>  |                |       |            |
| 1.1  | Общие принципы построения математических моделей объектов и систем управления. Определение идентификации как обратной задачи теории автоматического управления. Место теории идентификации в современной теории автоматического управления. Основные подходы к решению задачи идентификации задачи ТАУ. Классификация методов идентификации. Общие принципы построения математических моделей объектов и систем управления. Построение математических моделей объектов и систем по экспериментальным данным. Методы построения статических и динамических моделей объектов управления. Описание моделей объектов управления при взаимодействии с внешней средой. /Лек/ | 5              | 2     |            |

|  |  |   |      |  |
|--|--|---|------|--|
| 1.2  | Выбор класса моделей по формализованному описанию объекта управления /Ср/  | 5 | 2    |  |
| <b>Раздел 2. Оптимальность по Парето</b>   |  |   |      |  |
| 2.1  | Определение структурной и параметрической идентификации. Основные подходы к решению структурной идентификации. Этапы решения структурной идентификации. Применение статического подхода к решению задачи структурной идентификации /Лек/   | 5 | 2    |  |
| 2.2  | Выбор и ранжирование значимых переменных /Пр/  | 5 | 4    |  |
| <b>Раздел 3. Модели функций, используемые в задачах оптимального выбора</b>  |  |   |      |  |
| 3.1  | Основы линейного регрессионного анализа. Линейный регрессионный анализ одномерных систем. Линейный регрессионный анализ многомерных систем. Применение линейного регрессионного анализа для идентификации динамических систем. Итерационный линейный регрессионный анализ. /Лек/ | 5 | 2    |  |
| 3.2  | Постановка и выбор метода оптимизации при решении задач идентификации /Лек/  | 5 | 2    |  |
| <b>Раздел 4. Теоретические основы аналитического решения задач оптимизации</b>   |  |   |      |  |
| 4.1  | Особенности нелинейных систем и объектов. Метод Винера для оценивания параметров нелинейного объекта. Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей. Модель Гаммерштейна для нелинейных систем /Лек/  | 5 | 2    |  |
| 4.2  | Расчет одномерной модели на основе линейного регрессионного метода /Пр/  | 5 | 4    |  |
| <b>Раздел 5. Общие методы учета ограничений, обзор методов</b>   |  |   |      |  |
| 5.1  | Особенности нелинейных систем и объектов. Метод Винера для оценивания параметров нелинейного объекта. Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей. Модель Гаммерштейна для нелинейных систем /Лек/  | 5 | 2    |  |
| 5.2  | Оценка адекватности идентификационной модели /Пр/  | 5 | 4    |  |
| <b>Раздел 6. Самостоятельная работа</b>  |  |   |      |  |
| 6.1  | Подготовка к лекциям /Ср/  | 5 | 6    |  |
| 6.2  | Подготовка к практическим работам /Ср/   | 5 | 12   |  |
| 6.3  | Подготовка к зачету /Ср/   | 5 | 8,75 |  |
| 6.4  | Априорные процедуры многокритериальной оптимизации /Ср/  | 5 | 2    |  |
| 6.5  | Процедуры апостериорного типа /Ср/   | 5 | 2    |  |
| 6.6  | Адаптивные процедуры принятия решений в многокритериальных задачах /Ср/  | 5 | 2    |  |
| 6.7  | Многокритериальные задачи оптимального управления с дискретным временем /Ср/   | 5 | 2    |  |
| 6.8  | Принцип максимума в многокритериальных задачах /Ср/  | 5 | 3    |  |
| 6.9  | Понятие о собственной эффективности $\epsilon$ -равномерные альтернативы /Ср/  | 5 | 4    |  |
| 6.10   | Регуляризация неустойчивых многокритериальных задач /Ср/   | 5 | 4    |  |
| <b>Раздел 7. Контактные часы на аттестацию</b>   |  |   |      |  |
| 7.1  | Зачет /КА/   | 5 | 0,25 |  |
| <b>5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b>   |  |   |      |  |
| <b>5.1. Структура и содержание ФОС</b>   |  |   |      |  |
| Структура и содержание ФОС приведены в приложении 1 к РПД<br>Включает оценочные средства по следующим формам контроля:<br>Отчеты по выполнению практических работ<br>Тестирование<br>Зачет   |  |   |      |  |
| <b>5.2. Показатели и критерии оценивания компетенций</b>   |  |   |      |  |
| Критерии формирования оценок по выполнению практических работ<br>«Зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, выданным для выполнения практической работы.<br>«Не зачтено» - ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил менее 2/3 всей работы, использовал при выполнении работы устаревшую нормативную базу, в качестве исходных данных выступили данные учебника, а не реальной организации. |  |   |      |  |

Критерии формирования оценок по выполнению тестовых заданий

«Отлично» (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 100 – 90% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Хорошо» (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 89 – 70% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Удовлетворительно» (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 69 – 60% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) - получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 59% и менее от общего объема заданных тестовых вопросов.

Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено» - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных материалов, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

«Не зачтено» - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знания которых необходимо для получения положительной оценки.

### 5.3. Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы к зачету:

1. Многокритериальные задачи оптимизации.
2. Постановка задачи многокритериальной оптимизации.
3. Проблемы решения задач многокритериальной оптимизации
4. Отношение доминирования по Парето. Парето-оптимальность .
5. Аналитические методы построения множества Парето.
6. Способы сужения Парето-оптимального множества
7. Метод приписывания баллов.
8. Экспертные оценки. Метод ранжирования
9. Обработка результатов экспертных оценок.
10. Формальные методы определения весовых коэффициентов
11. Метод взвешенных сумм (Метод линейной свертки).
12. Мультипликативный критерий.
13. Метод "идеальной" точки.
14. Проблемы построения обобщенного критерия для векторных задач оптимизации
15. Метод главного критерия.
16. Метод последовательных уступок.
17. Лексикографический критерий.
18. Метод равенства частных критериев
19. Принцип максимума в многокритериальных задачах
20. Регуляризация неустойчивых многокритериальных задач

Тестирование

Тестирование по дисциплине проводится с использованием ресурсов ЭИОС (образовательный контент))

### 5.4. Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Описание процедуры оценивания «Зачет»

Зачет проводится в форме устного ответа на вопросы билета.

При проведении зачета в форме устного ответа на вопросы билета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку.

Опрос обучающегося по билету не должен превышать 0,25 часа. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой, приведенной в пункте 5.2.

Описание процедуры оценивания «Защита отчета по практическим работам»

Оценивание итогов практической работы проводится преподавателем, ведущим практические работы.

По результатам проверки отчета по практической работе обучающийся допускается к его защите при условии соблюдения перечисленных условий:

- выполнены все задания;
- отсутствуют ошибки;
- оформлено в соответствии с требованиями.

В том случае, если содержание отчета не отвечает предъявляемым требованиям, то он возвращается автору на доработку.

Обучающийся должен переделать отчет с учетом замечаний. Если сомнения вызывают отдельные аспекты отчета, то в этом случае они рассматриваются во время устной защиты.

Защита отчета по практической работе представляет собой устный публичный отчет обучающегося о результатах выполнения, ответы на вопросы преподавателя.

Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

Описание процедуры оценивания «Тестирование». Тестирование по дисциплине проводится с использованием ресурсов электронной образовательной среды «Moodle» (режим доступа: <http://do.samgups.ru/moodle/>). Количество тестовых заданий

и время задается системой. Во время проведения тестирования обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой, приведенной в пункте 5.2.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Основная литература

|      | Авторы, составители             | Заглавие                                  | Издательство, год     | Эл. адрес   |
|------|---------------------------------|---|-----------------------|---|
| Л1.1 | Струченков В. И.                | Методы оптимизации в прикладных задачах   | М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012 |   |
| Л1.2 | Волкова В. Н.,<br>Денисов А. А. | Теория систем и системный анализ: Учебник | Москва: Юрайт, 2019   | <a href="https://urait.ru/bcode/431153">https://urait.ru/bcode/431153</a> |

### 6.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители                      | Заглавие  | Издательство, год        | Эл. адрес   |
|------|--|---|--------------------------|---|
| Л2.1 | Григоровский Б. К.                       | Введение в логические основания эксперимента: конспект лекций | Самара: СамГУПС, 2009    | <a href="https://library.samgups.ru/cgi-bin/irbis/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=F&amp;I21DBN=KTLG_FULLTEXT&amp;P21DBN=KTLG&amp;Z21ID=&amp;S21CNR=5">https://library.samgups.ru/cgi-bin/irbis/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=F&amp;I21DBN=KTLG_FULLTEXT&amp;P21DBN=KTLG&amp;Z21ID=&amp;S21CNR=5</a> |
| Л2.2 | Соболь Б. В., Месхи Б. Ч., Каныгин Г. И. | Методы оптимизации: практикум                                 | Ростов н/Д: Феникс, 2009 |   |

### 6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

#### 6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

6.2.1.1 Программные пакеты MATLAB

#### 6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

6.2.2.1 Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru)

6.2.2.2 Информационная среда СамГУПС и библиотечные ресурсы-<https://www.samgups.ru/education/elektronnaya-informatsionno-obrazovatel'naya-sreda/>

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

7.1 лекционная и аудиторная для проведения практических занятий оборудованные учебной мебелью; неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам (через ресурсы библиотеки СамГУПС), к электронной информационно-образовательной среде moodle и к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в рамках самостоятельной работы обучающегося.