

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

---

Руководитель ОПОП ВО  
профессор Д.А. Первухин

---

Проректор по образовательной  
деятельности Д.Г. Петраков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Уровень высшего образования:</b> | Магистратура  |
| <b>Направление подготовки:</b>      | 27.04.04 Управление в технических системах                          |
| <b>Направленность (профиль):</b>    | Анализ и синтез технических систем с<br>распределенными параметрами |
| <b>Квалификация выпускника:</b>     | магистр   |
| <b>Форма обучения:</b>              | очная   |
| <b>Составитель:</b>                 | доцент Ильюшин Ю.В.   |

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Адаптивные системы управления» разработана:**

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» (уровень магистратура), утвержденной приказом Минобрнауки России № 942 от 11 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана направления «27.04.04 Управление в технических системах» направленность (профиль) «Анализ и синтез технических систем с распределёнными параметрами».

Составитель

\_\_\_\_\_

д.т.н., доцент Ильюшин Ю.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры системного анализа и управления от 01.02.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

профессор,  
д.т.н.

Первухин Д.А.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Адаптивные системы управления» ставит целью сформировать у студентов знания: о принципах построения систем управления техническими объектами при неполной информации о математической модели объекта и воздействии внешней среды; об алгоритмах адаптивной идентификации и адаптивной настройки регулятора; об условиях достижения целей адаптивного управления в автоматических системах.

### Задачи изучения дисциплины

В задачи дисциплины входят: изучение подходов к построению адаптивных систем управления объектами в условиях неполноты информации; изучение типовых функциональных структур и алгоритмов функционирования систем адаптивного управления; изучение основных типов вычислительных алгоритмов, применяемых при синтезе алгоритмического обеспечения адаптивных систем; изучение принципов построения адаптивных систем идентификационного типа и условий их функционирования; изучение принципов построения и условий функционирования систем прямого адаптивного управления; изучение принципов построения адаптивных систем с искусственными нейронными сетями; формирование навыков аналитического и компьютерного исследования адаптивных систем управления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина «Адаптивные системы управления» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» (уровень магистратуры) и изучается во 2-м семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Адаптивные системы управления» являются «Информатика», «Физика», «Теория управления» и др. читаемые в курсе бакалавриата.

Дисциплина «Адаптивные системы управления» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Компьютерные технологии управления в технических системах», «Автоматизированное проектирование средств и систем управления».

Особенностью дисциплины является изучение подходов к построению адаптивных систем управления объектами в условиях неполноты информации;

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения, представленных в таблице:

| Формируемые компетенции  |                 | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|--|-----------------|--|
| Содержание компетенции   | Код компетенции |  |
| Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | УК-3            | <b>УК-3.1</b> Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства   |
|  |                 | <b>УК-3.2</b> Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; |

|  |       |   |
|--|-------|---|
|  |       | разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели  |
|  |       | <b>УК-3.3</b> Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом  |
| Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами                         | ОПК-4 | <b>ОПК-4.1</b> Уметь: осуществлять комплексную оценку системы управления, включающую проверку системы на устойчивость<br><b>ОПК-4.3</b> Уметь: проводить математическое моделирование систем управления   |
| Способен выявлять трудоемкие операции  | ПКС-3 | <b>ПКС-3.1</b> Знать: методы исследования трудовых затрат, методы рациональной организации труда<br><b>ПКС-3.2</b> Уметь: анализировать производственный процесс и определять трудоемкие операции<br><b>ПКС-3.5</b> Владеть: навыками анализа трудовых операций, поиска трудоемких немеханизированных производственных процессов и разрабатывать рекомендации по автоматизации производственных процессов |
| Способен владеть навыками анализа, разработки, моделирования и внедрения элементов и систем автоматизации производственных процессов | ПКС-4 | <b>ПКС-4.6.</b> Владеть: техническими средствами автоматизации, включающими элементы управления, системы и средства измерения, а также информационное обеспечение указанных средств   |
| Способен выявлять логику проведения операций   | ПКС-5 | <b>ПКС-5.3</b> Уметь: разрабатывать научную, техническую и сопроводительную документацию на производственный процесс<br><b>ПКС-5.4</b> Владеть: навыками определения неустойчивых элементов системы, методами анализа цепочек обратных связей технологических процессов   |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

| Вид учебной работы                              | Всего часов | Часы по семестрам |
|---|-------------|-------------------|
|   |             | 2                 |
| <b>Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b> | <b>34</b>   | <b>34</b>         |
| Лекции  | 17          | 17                |
| Практические занятия (ПЗ)                       | 17          | 17                |
| <b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>   | <b>38</b>   | <b>38</b>         |

|   |              |              |
|---|--------------|--------------|
| Подготовка к лекциям                                      | 20           | 20           |
| Подготовка к практическим занятиям                        | 18           | 18           |
| <b>Вид аттестации (экзамен (Э), курсовой проект (КП))</b> | <b>Э(36)</b> | <b>Э(36)</b> |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                      |              |              |
| <b>час.</b>   | <b>108</b>   | <b>108</b>   |
| <b>зач. ед.</b>   | <b>3</b>     | <b>3</b>     |

#### 4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплин и виды занятий:

| № п/п | Наименование разделов        | Виды занятий    |           |                      |                     |   |
|-------|------------------------------|-----------------|-----------|----------------------|---------------------|---|
|       |                              | Всего ак. часов | Лекции    | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект) |
| 1.    | Раздел 1 Адаптивные системы  | 36              | 8         | 9                    | -                   | 19  |
| 2.    | Раздел 2 Обучающиеся системы | 36              | 9         | 8                    | -                   | 19  |
|       | <b>Итого:</b>                | <b>72</b>       | <b>17</b> | <b>17</b>            | <b>-</b>            | <b>38</b>   |

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины:

| № п/п | Разделы                       | Содержание лекционных занятий   | Трудоемкость в ак. часах |
|-------|-------------------------------|---|--------------------------|
| 1.    | Раздел 1. Адаптивные системы  | Характеристика. Системы с адаптацией.<br>Классификация адаптивных систем управления<br>Задача и значение<br>Поиск экстремума<br>Задача и значение<br>Режимы адаптивных систем<br>Зависимость параметров автоколебаний от параметров линейной части.<br>Адаптивные системы с переменной структурой<br>Самонастраивающиеся системы<br>Принципы построения поисковых самонастраивающихся систем<br>Принципы построения бес поисковых самонастраивающихся систем<br>Системы с адаптацией в особых фазовых состояниях<br>Релейные автоколебательные системы управления | 8                        |
| 2.    | Раздел 2. Обучающиеся системы | Адаптивные системы с переменной структурой. Обучающиеся системы   | 9                        |

|               |           |
|---------------|-----------|
| <b>Итого:</b> | <b>17</b> |
|---------------|-----------|

#### 4.2.3 Лабораторный практикум

Лабораторные занятия не предусмотрены.

#### 4.2.4 Практические занятия

| № п/п         | № раздела | Тематика практических занятий       | Трудоемкость в ак. часах |
|---------------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|
| 1.            | Раздел 1  | Анализ адаптивных систем управления | 9                        |
| 2.            | Раздел 2  | Синтез адаптивных систем управления | 8                        |
| <b>Итого:</b> |           |                                     | <b>17</b>                |

#### 2.2.5 Тематика курсового проектирования

| № п/п | Темы курсовых работ / проектов  |
|-------|---|
| 1     | «Моделирование адаптивной информационной системы измерения температурного поля печи индукционного нагрева».           |
| 2     | «Моделирование адаптивной системы управления температурным полем печи с импульсным источником нагрева».               |
| 3     | «Моделирование адаптивной системы управления температурным полем печи с импульсным источником нагрева».               |
| 4     | «Моделирование адаптивной информационной системы измерения температурного поля восходящего».                          |
| 5     | «Моделирование адаптивной информационной системы измерения температурного поля печи с импульсным источником нагрева». |
| 6     | «Моделирование адаптивной информационной системы измерения температурного поля пластины».                             |
| 7     | «Моделирование адаптивной информационной системы измерения температурного поля печи индукционного нагрева».           |
| 8     | «Моделирование адаптивной информационной системы измерения температурного поля многослойной пластины».                |
| 9     | «Моделирование адаптивной информационной системы измерения температурного поля цилиндра».                             |
| 10    | «Моделирование адаптивной информационной системы измерения температурного поля сферы».                                |
| 11    | «Моделирование адаптивной информационной системы измерения температурного поля куба».                                 |
| 12    | «Моделирование адаптивной информационной системы измерения температурного поля изотропного цилиндра».                 |

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать

формированию их творческого мышления.

**Семинарские занятия.** Цели семинарских занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;  
-обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

**Курсовая работа** позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Организация самостоятельной работы студентов**

#### **Раздел 1. Адаптивные системы**

1. Адаптивные системы.
2. Адаптация.
3. Многокомпонентные технологические процессы химической продукции.
4. Высокоскоростные летательные аппараты.
5. Неадаптивные методы управления.
6. Априорные сведения.
7. Априорная информация.
8. Эффект приспособляемости.
9. Анализ недостающей информации.
10. Рабочая информация.

#### **Раздел 2. Обучающиеся системы**

1. Сколько существует этапов развития средств автоматизации
2. Когда начинается этап автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП)
3. При помощи, каких методов решается задача уменьшения функционального и конструктивного многообразия технических средств управления
4. Что является наиболее развитой ветвью средств автоматизации
5. Какой вид сигналов представляет собой сложную последовательность импульсов
6. Какой вид оптического кабеля используют для связи на короткие расстояния
7. Какова пропускная способность оптоволоконной линии между Москвой и Петербургом
8. Для чего предназначены исполнительные механизмы

9. Какие наиболее важные требования предъявляют к исполнительным механизмам
10. Чем регулируют потоки газообразных веществ

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамену)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:**

1. Какие виды электродвигательных исполнительных механизмов малой мощности получили большее распространение
2. Что понимается под выражением однооборотные электродвигательные исполнительные механизмы
3. В чем преимущество способа управления двигателем со стороны якоря
4. Из какого материала выполняют якорь электродвигателя для обеспечения демпфирования
5. Каким способом может быть осуществлено реверсирование двигателя
6. Для чего служат исполнительные электромагнитные механизмы
7. В чем различия исполнительных электромагнитных механизмов по сравнению с обычными исполнительными механизмами
8. В чем особенность нейтральных электромагнитов постоянного тока
9. В чем особенность соленоидных электромагнитов постоянного тока
10. Сравните потребление электроэнергии электромагнитами переменного и постоянного тока при одинаковых совершенных механических работах
11. САУ. Математическая модель. Динамическая характеристика. Одноканальные и многоканальные системы. Линейные и нелинейные системы.
12. Функциональные схемы САУ и функциональные элементы.
13. Основные частотные характеристики САУ.
14. Понятие передаточной функции. Свойства передаточной функции. Структурные схемы САУ и передаточные функции звеньев.
15. Правила преобразования структурных схем САУ. Определение передаточной функции системы по управляющему и возмущающему воздействиям.
16. Типовые звенья САУ. Классификация, схемы, характеристики, параметры.
17. Правила преобразования структурной схемы при различном соединении звеньев.
18. Составление структурной схемы по передаточной функции. Первая каноническая форма.
19. Структурные схемы и их преобразование. Параллельное и последовательное соединение звеньев.
20. Структурные схемы и их преобразование. Параллельное и последовательное соединение звеньев. Передаточная функция системы с обратной связью.
21. Структурные схемы и их преобразование. Параллельное и последовательное соединение звеньев. Правило переноса точки приложения сигнала через звено ближе к выходу.
22. Структурные схемы и их преобразование. Параллельное и последовательное соединение звеньев. Правило переноса точки приложения сигнала через звено ближе к входу.
23. Получение операторного уравнения системы по структурной схеме.
24. Частотные функции замкнутых и разомкнутых систем. Методы построения частотных характеристик (построение ЛАЧХ САУ).
26. Устойчивость линеаризованных систем и методы ее определения по виду характеристического уравнения. Алгебраические и частотные критерии устойчивости.
27. Условия устойчивости линейных систем. Необходимая и достаточная. Необходимая.



28. Критерий устойчивости Гурвица.
29. Критерий устойчивости Михайлова.
30. Критерий устойчивости Найквиста.
31. Анализ динамического качества САУ. Частотные и корневые оценки качества процессов в САУ. Показатели качества переходного процесса. Ошибка регулирования.
32. Быстродействие.
33. Перерегулирование.
34. Статические системы. Статическая ошибка.
35. Астатические системы. Астатическая ошибка.
36. Следящие системы.
37. Частотный метод анализа. Оценки
38. Корневой метод анализа линейных систем.
39. Дискретные САУ. Основные понятия и определения.
40. Постановка задачи синтеза.
41. Условия разрешимости задачи синтеза. Ресурсное ограничение. Устойчивость обратного объекта. Управляемость и наблюдаемость объекта управления.
42. Синтез корректирующего устройства частотным методом.
43. Случайные процессы в линейных САУ.
44. Случайные процессы в нелинейных САУ.
45. Методы улучшения качества работы САУ при наличии помех.
46. Оптимальные САУ. Принципиальные схемы. Типовые задачи, решаемые с помощью оптимальных САУ.
47. Адаптивные (самоадаптивные) САУ. Принципиальные схемы. Типовые задачи, решаемые с помощью адаптивных САУ.
48. Понятие систем экстремального управления. Особенности решения задачи поиска экстремума в САУ.
49. Методы синтеза регуляторов для экстремальных САУ.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену:

#### Вариант 1

| № п/п | Вопросы  | Варианты ответов  |
|-------|--|---|
| 1.    | Как называется совокупность условий в которых рассматривается событие?                         | 1. Совокупность условий<br>2. <b>Комплекс условий</b><br>3. Базис условий<br>4. Выборка условий           |
| 2.    | Как называется реализация совокупности условий на практике?                                    | 1. Область допустимых значений<br>2. База ограничений<br>3. <b>Испытание</b><br>4. Нет правильных ответов |
| 3.    | Событие, которое наступает каждый раз при реализации данной совокупности условий называется?   | 1. <b>Достоверным</b><br>2. Повторяющимся<br>3. Циклическим<br>4. Возможным                               |
| 4.    | Событие, которое никогда не наступает при реализации данной совокупности условий называется?   | 1. Ложным<br>2. Неверным<br>3. Не удовлетворяющим условиям<br>4. <b>Невозможным</b>                       |
| 5.    | Событие, которое может наступить при реализации данной совокупности условий, либо не наступить | 1. Хаотическим<br>2. Нерегулярным<br>3. <b>Случайным</b>  |

|     |   |   |
|-----|---|---|
|     | называется?   | 4. Произвольным   |
| 6.  | Один или нескольких возможных, но несовместных исходов того или иного опыта   | 1. <b>Элементарное событие</b><br>2. Достоверное событие<br>3. Невозможное событие<br>4. Случайное событие  |
| 7.  | Если при каждом испытании, при котором происходит событие А, непременно происходит и событие В, то говорят, что?    | 1. События А и В тождественны<br>2. <b>Событие А содержится в событии В, или принадлежит событию В</b><br>3. События А и В несовместные<br>4. События А и В составляют сумму событий  |
| 8.  | Если событие А содержится в событии В, а событие В содержится в событии А, то говорят что?                          | 1. <b>События А и В тождественны</b><br>2. Событие А содержится в событии В, или принадлежит событию В<br>3. События А и В несовместные<br>4. События А и В составляют сумму событий  |
| 9.  | Совместное появление событий А и В, то говорят, что?  | 1. События А и В тождественны<br>2. Событие А содержится в событии В, или принадлежит событию В<br>3. <b>События А и В несовместные</b><br>4. События А и В составляют сумму событий  |
| 10. | Суммой событий А и В называется событие С, состоящее в наступлении хотя бы одного из этих событий, то говорят, что? | 1. События А и В тождественны<br>2. Событие А содержится в событии В, или принадлежит событию В<br>3. События А и В несовместные<br>4. <b>События А и В составляют сумму событий</b>  |
| 11. | Системой автоматического управления называется система  | 1. выполняющая функции контроля объектов управления;<br>2. в которой функции управления делят поровну машина и человек;<br>3. <b>осуществляющая основной процесс без участия человека;</b><br>4. осуществляющая управление наилучшим образом. |
| 12. | Функция $u(t)$ называется   | 1. <b>управляющим воздействием;</b><br>2. задающим воздействием;<br>3. возмущающим воздействием;<br>4. ошибкой регулирования.   |
| 13. | По принципу управления системы делятся на   | 1. с управлением с обратной связью;<br>2. с разомкнутым циклом управления;<br>3. с управлением по возмущениям;<br>4. <b>все вышеперечисленные.</b>  |
| 14. | Обратной связью называется  | 1. путь, на котором сигналу присваивается обратный знак;<br>2. <b>путь от выхода ко входу системы;</b><br>3. непрерывная последовательность направленных звеньев;<br>4. последовательность звеньев, образующая замкнутый контур.              |

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 15. | Какого из ниже перечисленного типа управления не существует?                                | <b>1. Системы самонастраивающиеся;</b><br>2. Системы стабилизации;<br>3. Следящие системы;<br>4. Адаптивные системы.  |
| 16. | Задача систем программного управления состоит в достижении высокой точности воспроизведения | 1. возмущающих воздействий, которые изменяются по заданному закону;<br>2. управляющих воздействий, которые изменяются по произвольному закону;<br><b>3. управляющих воздействий, которые изменяются по заданному закону;</b><br>4. возмущающих воздействий, которые изменяются по произвольному закону. |
| 17. | Для упрощения графа используется правило  | <b>1. Мейсона;</b><br>2. Лапласа;<br>3. Михайлова;<br>4. Найквиста.   |
| 18. | При каком условии звено $a_0y'' + a_1y' + y = kx$ является консервативным звеном?           | <b>1. Показатель затухания <math>\xi = 0</math>;</b><br>2. Показатель затухания $\xi \geq 0$ ;<br>3. Оба корня квадратного уравнения действительны;<br>4. Показатель затухания $0 < \xi < 1$ ;  |
| 19. | Какая система называется автоматической системой регулирования                              | 1. система компенсации;<br><b>2. замкнутая система с О.О.С.;</b><br>3. замкнутая система с П.О.С.;<br>4. адаптивная система.  |
| 20. | Какая система называется астатической   | 1. система компенсации;<br><b>2. точная замкнутая система без статической ошибки;</b><br>3. неточная система со статической ошибкой;<br>4. нейтральная система.   |

### Вариант 2

| № п/п | Вопросы  | Варианты ответов  |
|-------|--|---|
| 1.    | Какие величины подразделяются на дискретные и непрерывные?   | <b>1. Случайные</b><br>2. Целочисленные<br>3. Иррациональные<br>4. Дробные      |
| 2.    | Множество значений какой случайной величины конечно?   | 1. Непрерывной<br><b>2. Дискретной</b><br>3. Иррациональной<br>4. Целочисленной |
| 3.    | Множество значений какой случайной величины представляет собой множество всех точек, принадлежащих какому-либо интервалу числовой оси? | <b>1. Непрерывной</b><br>2. Дискретной<br>3. Иррациональной<br>4. Целочисленной |
| 4.    | Как называется случайная величина, для которой наряду с участками непрерывных значений имеются   | 1. Дискретная<br>2. Непрерывная<br>3. Иррациональная                            |

|     |   |  |
|-----|---|--|
|     | отдельные, изолированные значения?  | <b>4. Смешанного типа</b>  |
| 5.  | Отношение, позволяющее определить вероятность появления случайной величины в любом интервале это?                             | <b>1. Закон распределения</b><br>2. Закон распространения<br>3. Распределение Гаусса<br>4. Экспоненциальное распределение  |
| 6.  | Представляет собой таблицу, в которой перечислены возможные значения случайной величины и соответствующие им вероятности это? | 1. Таблица распределений<br><b>2. Ряд распределения</b><br>3. Эмпирический ряд<br>4. Таблица эмпирических значений   |
| 7.  | Таблица, в которой перечислены наблюдаемые значения случайной величины и соответствующие им частоты это?                      | 1. Таблица распределений<br>2. Ряд распределения<br><b>3. Эмпирический ряд</b><br>4. Таблица эмпирических значений   |
| 8.  | Ряды распределений, образованные из значений случайной величины, характеризующей количественный признак явления называют?     | <b>1. Вариационными</b><br>2. Дивариационными<br>3. Невариационные<br>4. Степенные   |
| 9.  | Ряды распределения, образованные из значений случайной величины, характеризующей качественный признак, называют?              | <b>1. Атрибутивными</b><br>2. Дивариационными<br>3. Невариационные<br>4. Степенные   |
| 10. | Какое типовое звено должна содержать АСР, чтобы она была астатической   | <b>1. интегрирующее звено;</b><br>2. усилительное звено;<br>3. аperiodическое звено;<br>4. звено запаздывания.   |
| 11. | Системой автоматизированного управления называется система  | 1. осуществляющая основной процесс без участия человека;<br>2. выполняющая функции контроля объектов управления;<br><b>3. в которой функции управления делятся между машиной и человеком;</b><br>4. осуществляющая управление наилучшим образом. |
| 12. | Функция $u(t)$ называется   | 1. задающим воздействием;<br>2. возмущающим воздействием;<br>3. входной переменной;<br><b>4. выходной переменной.</b>  |
| 13. | Системы с разомкнутым принципом управления эффективны тогда,  | 1. когда характеристики ОУ нестабильны;<br><b>2. когда характеристики ОУ достаточно стабильны;</b><br>3. когда на вход подается постоянное воздействие;<br>4. когда на вход подается переменное воздействие.                                     |
| 14. | Система, имеющая главную обратную связь, называется   | 1. оптимальной;<br>2. следящей;<br>3. программной;<br><b>4. замкнутой.</b>   |
| 15. | Система, задающее воздействие которой не изменяется во времени,   | <b>1. стабилизирующей;</b><br>2. следящей;   |

|     |  |  |
|-----|--|--|
|     | называется   | 3. оптимальной;<br>4. адаптивной.  |
| 16. | Система, задающее воздействие которой является произвольной функцией времени, называется | 1. программной;<br>2. стабилизирующей;<br>3. <b>следающей</b> ;<br>4. оптимальной.   |
| 17. | Структурная схема это  | 1. табличная форма представления системы;<br>2. математическая форма представления системы;<br>3. <b>графическая форма представления системы</b> ;<br>4. комбинация графической и математической формы                                       |
| 18. | Если звенья соединены последовательно, то их можно                                       | 1. переставлять только первое звено;<br>2. <b>переставлять местами в любой</b> последовательности;<br>3. нельзя переставлять;<br>4. менять местами только два первых звена.  |
| 19. | Функция $g(t)$ называется  | 1. ошибкой регулирования;<br>2. управляющим воздействием;<br>3. возмущающим воздействием;<br>4. <b>задающим воздействием</b> .   |
| 20. | Функция $f(t)$ называется  | 1. <b>возмущающим воздействием</b> ;<br>2. задающим воздействием;<br>3. управляющим воздействием;<br>4. ошибкой регулирования.   |
| 21. | Преимуществом систем управления с обратной связью является                               | 1. большая инвариантность по отношению к возмущающим воздействиям;<br>2. меньшая зависимость от изменения характеристик ОУ или УУ;<br>3. более высокая точность воспроизведения желаемого поведения ОУ;<br>4. <b>все вышеперечисленное</b> . |

### Вариант 3

| № п/п | Вопросы   | Варианты ответов   |
|-------|---|--|
| 1.    | Сколько особенностей имеет квадратная матрица переходных вероятностей однородной марковской цепи? | 1. 2<br>2. 3<br>3. <b>4</b><br>4. 5  |
| 2.    | Сколько существует основных свойств, которыми могут обладать случайные потоки событий?            | 1. 2<br>2. <b>3</b><br>3. 4<br>4. 5  |
| 3.    | Вероятность попадания того или иного числа событий на участок событий зависит только от длины     | 1. <b>Свойство стационарности</b><br>2. Свойство ординарности<br>3. Отсутствие последствия |

|     |   |  |
|-----|---|--|
|     | участка и не зависит от расположения на оси   | 4. Нет правильных ответов  |
| 4.  | Если вероятность попадания на элементарный участок времени двух и более событий пренебрежимо мала по сравнению с длиной этого участка                                   | 1. Свойство стационарности<br>2. Свойство ординарности<br>3. Отсутствие последствия<br>4. Нет правильных ответов   |
| 5.  | Для любых непересекающихся участков времени количество событий, попадающих на один из них, не зависит от того, сколько событий попало на другие участки времени         | 1. Свойство стационарности<br>2. Свойство ординарности<br>3. Отсутствие последствия<br>4. Нет правильных ответов   |
| 6.  | Главная обратная связь отсутствует в системах с управлением   | 1. по отклонению и производным отклонения;<br>2. по отклонению;<br>3. по возмущению;<br>4. по управлению.  |
| 7.  | В следящих системах основной является задача наиболее точного воспроизведения   | 1. управляющих воздействий, изменяющихся по заданному закону;<br>2. возмущающих воздействий, изменяющихся по заданному закону;<br>3. возмущающих воздействий, изменяющихся по произвольному закону;<br>4. управляющих воздействий, изменяющихся по произвольному закону. |
| 8.  | Граф это  | 1. математическая форма представления системы;<br>2. табличная форма представления системы;<br>3. комбинация математической и табличной форм системы;<br>4. множество точек, называемых вершинами, и множество кривых, называемых дугами.                                |
| 9.  | Как называется реакция на типовое воздействие $\delta(t)$ ?   | 1. переходная функция;<br>2. передаточная функция;<br>3. частотная функция;<br>4. весовая функция.   |
| 10. | Автоматическая система, в которой одновременно используются два принципа управления: принцип управления "по возмущению" и принцип управления "по отклонению" называются | 1. многосвязной;<br>2. комбинированной;<br>3. каскадной;<br>4. системой подчиненного регулирования.  |
| 11. | Какое воздействие необходимо подать на вход САУ, чтобы получить переходную характеристику?  | 1. степенное;<br>2. единичное ступенчатое;<br>3. показательное;<br>4. синусоидальное.  |
| 12. | Чему равна функция $\varphi(\omega)$ ?  | 1. произведению фаз выходной и входной гармонических величин;<br>2. отношению фаз выходной и входной гармонических величин;  |

|     |   |  |
|-----|---|--|
|     |   | 3. отношению амплитуд выходной и входной гармонических величин;<br>4. разности фаз выходной и входной гармонических величин.   |
| 13. | Как называется реакция на типовое воздействие $l(t)$ ?                                    | 1. частотная функция;<br>2. кривая разгона;<br>3. передаточная функция;<br>4. переходная функция.  |
| 14. | Какая система называется системой автоматизированного управления?                         | 1. в которой функции управления делятся между машиной и человеком;<br>2. выполняющая функции контроля объектов управления;<br>3. осуществляющая основной процесс без участия человека;<br>4. осуществляющая основной процесс без участия человека. |
| 15. | Главная обратная связь используется в системах  | 1. с управлением по отклонению;<br>2. детерминированных;<br>3. безрефлексных;<br>4. циклических.   |
| 16. | В каком случае система называется статической?  | 1. установившаяся ошибка не равна нулю;<br>2. установившаяся ошибка равна нулю;<br>3. коэффициент позиционной ошибки равен нулю;<br>4. система имеет ошибку по скорости.   |
| 17. | Что не относится к адаптивным САУ?  | 1. поисковые системы;<br>2. самоорганизующиеся системы;<br>3. самопрограммирующиеся системы;<br>4. самонастраивающиеся системы.  |
| 18. | Назовите одного из основоположников «андроидной» автоматики                               | 1. Кулибин;<br>2. Ползунов;<br>3. Альберт фон Больнрадт;<br>4. Вокансон.   |
| 19. | Пьер Жаке Дро и его сын Анри Жаке Дро, создавшие механических писца и художника, являлись | 1. швейцарскими часовщиками;<br>2. немецкими математиками;<br>3. французскими физиками;<br>4. итальянскими механиками.   |
| 20. | В каком году был изобретен регулятор уровня Ползунова                                     | 1. 1734 г.;<br>2. 1765 г.;<br>3. 1782 г.;<br>4. 1775 г.  |

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Примерная шкала оценивания знаний при тестовой форме проведения экзамена:

| Количество правильных ответов, % | Оценка              |
|----------------------------------|---------------------|
| 0-50                             | Неудовлетворительно |
| 51-65                            | Удовлетворительно   |
| 66-85                            | Хорошо              |

|        |         |
|--------|---------|
| 86-100 | Отлично |
|--------|---------|

| <b>Оценка</b>   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <b>«2»<br/>(неудовлетворительно)</b>  | <b>Пороговый уровень освоения</b>   | <b>Углубленный уровень освоения</b>   | <b>Продвинутый уровень освоения</b>  |
|   | <b>«3»<br/>(удовлетворительно)</b>  | <b>«4»<br/>(хорошо)</b>   | <b>«5»<br/>(отлично)</b>   |
| Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы | Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос | Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос. | Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос |
| Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий                 | Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий   | Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий   | Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий   |
| Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено                              | Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно   | Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены   | Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены  |

### **6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы**

Студент выполняет курсовую работу / курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.



| <b>Оценка</b>   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <b>«2»<br/>(неудовлетворительно)</b>  | <b>Пороговый уровень освоения</b>  | <b>Углубленный уровень освоения</b>  | <b>Продвинутый уровень освоения</b>  |
|   | <b>«3»<br/>(удовлетворительно)</b>   | <b>«4»<br/>(хорошо)</b>  | <b>«5»<br/>(отлично)</b>   |
| Студент не выполнил курсовую работу / в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы | Студент выполнил курсовую работу / с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки | Студент выполнил курсовую работу / с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины | Студент выполнил курсовую работу / полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины |

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Сеславин, А. И. Теория автоматического управления. Линейные, непрерывные системы : учебник / А.И. Сеславин. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 314 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1014654. - ISBN 978-5-16-015022-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1014654> (дата обращения: 02.09.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Жежера, Н. И. Проектирование цифровых систем автоматического управления на основе теории z-преобразований : учебное пособие / Н. И. Жежера. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 244 с. - ISBN 978-5-9729-0549-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1831996> (дата обращения: 02.09.2021). – Режим доступа: по подписке.
3. Совершенствование технологии производства окатышей и нового железорудного сырья для современной доменной плавки: теория, технология и оборудование подготовки шихт и их окомкования в производстве окатышей В 2 т. Т. 1 : монография / Ф. М. Журавлев, В. П. Лялюк, Н. И. Ступник [и др.]. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 332 с. - ISBN 978-5-9729-0455-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168571> (дата обращения: 02.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Совершенствование технологии производства окатышей и нового железорудного сырья для современной доменной плавки: теория, технология и оборудование термоупрочнения

сырых окатышей и нового железнорудного сырья. В 2 т.Т. 2 : монография / Ф. М. Журавлев, В. Я. Лялюк, Н. И. Ступнин [и др.] - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020 - 368 с. - ISBN 978-5-9729-0456-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168584> (дата обращения: 02.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Учебно-методические материалы для проведения самостоятельных работ по учебной дисциплине «Адаптивные системы управления»: учебное пособие/ Д.А. Первухин. – СПб. – 2018. – 8 с.
2. Методические рекомендации для выполнения курсовой работы (проекта) по учебной дисциплине «Адаптивные системы управления»: учебное пособие/ В.Е. Трушников. – СПб. – 2018. – 8 с.
3. Учебно-методические материалы для проведения практических занятий по учебной дисциплине «Адаптивные системы управления»: учебное пособие/ Д.А. Первухин. – СПб. – 2018. – 31 с.

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>.
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>.
3. ЭБС «Znanium» <http://znanium.com/>.
4. ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>.
5. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>.
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>.
7. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com/>
8. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
9. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ).
10. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net/>.
11. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

1. Аудитория для проведения лекционных занятий и практических работ  
Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 10 шт., компьютерное кресло – 23 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), доска аудиторная под фломастер – 1 шт., лазерный принтер – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

2. Аудитория для проведения лекционных занятий и практических работ  
Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 9 шт., компьютерное кресло – 17 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), лазерный принтер – 1 шт., доска – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012),

GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010. CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения». Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1. Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

## **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### 2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### 3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)

4. MathCad Education, Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения"

5. LabView Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения"