

*Годы обучения по образовательной программе 2019-2023*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Петрозаводский государственный университет

Институт математики и информационных технологий

Кафедра прикладной математики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ К.Г. Тарасов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки бакалавриата  
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль направления подготовки бакалавриата  
«Прикладная математика и информационно-коммуникационные технологии»

Форма обучения очная

Петрозаводск  
2019

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 г. № 9, и учебным планом по направлению подготовки бакалавриата 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль «Прикладная математика и информационно-коммуникационные технологии»).

Разработчик:

Семёнова Елена Евгеньевна, доцент кафедры прикладной математики и кибернетики Института математики и информационных технологий ПетрГУ, кандидат физико-математических наук, доцент

---

Эксперт:

Заика Юрий Васильевич, главный научный сотрудник лаборатории моделирования природно-технических систем Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН, доктор физико-математических наук, профессор

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной математики и кибернетики

Протокол № 9 от «18» июня 2019 г.

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ И.В. Пешкова, кандидат физико-математических наук, доцент

СОГЛАСОВАНО:

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании учебно-методической комиссии Института математики и информационных технологий

Протокол № 10 от «28» июня 2019 г.

Директор Института математики и информационных технологий \_\_\_\_\_ Н.Ю. Светова, кандидат физико-математических наук, доцент

Начальник методического отдела  
учебно-методического управления ПетрГУ \_\_\_\_\_ И.В. Маханькова

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) бакалавриата**

1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и индикаторы достижения компетенций:

| Код компетенции.<br>Этап формирования компетенции | Формулировка компетенции  | Планируемые результаты обучения<br>(индикаторы достижения компетенции)   |
|---|---|--|
| ПК-1<br>(итоговый)                                | Способен анализировать проблемную ситуацию, строить схемы причинно-следственных связей, применять методы системного анализа | <p><b>ПК-1.1.</b> Знает основы системного мышления, методы классического системного анализа, принципы математического моделирования.</p> <p><b>ПК-1.2.</b> Умеет строить схемы причинно-следственных связей, строить и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач, в том числе с разработкой алгоритмов, методов и с проведением экспериментов, наблюдений, измерений и анализа данных.</p> <p><b>ПК-1.3.</b> Владеет навыками выявления существенных явлений проблемной ситуации, установки причинно-следственных связей между явлениями проблемной ситуации, проведения классификации явлений как фактов, проблем, последствий и причин, проведения обсуждения моделей проблемной ситуации с заинтересованными лицами, установки причин проблем, которые могут быть устранены за счет автоматизации.</p> |

1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные понятия и определения теории управления; методы качественного анализа динамических систем; основы теории управляемости и наблюдаемости в линейных динамических системах, о двойственности между наблюдаемостью и управляемостью в системах управления; о возможности применения принципа максимума Понтрягина для построения оптимального управления.

**Уметь:**

- применять соответствующие методы качественного исследования управляемых процессов; решать задачи управляемости и наблюдаемости в применении к линейным системам управления; решать задачи оптимального управления с применением принципа максимума Понтрягина.

**Владеть:**

- методами качественного исследования управляемых процессов;
- навыками решения практических задач управления системами различной природы (экологическими, биологическими, физическими, экономическими и др.);
- навыками использования программных средств для создания компьютерных моделей исследуемых процессов и систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата и язык преподавания

Дисциплина «Теория управления» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана основной образовательной программы бакалавриата по данному направлению подготовки и является обязательной для изучения.

Согласно учебному плану дисциплина проводится в 8 семестре.

Изучение дисциплины «Теория управления» опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при освоении образовательной программы предыдущего уровня, а также при изучении дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения математической физики», «Вариационное исчисление», «Методы оптимизации», «Средства визуализации в системах компьютерной алгебры», «Символьные вычисления в системах компьютерной алгебры».

Язык преподавания – русский.

## 3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы или 72 академических часа.

### 3.1. Виды учебной работы

| Виды учебной работы  | Объем<br>в академических<br>часах |
|--|-----------------------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>   | <b>72</b>                         |
| В том числе:   |                                   |
| <b>Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем). Всего</b>                                    | <b>39</b>                         |
| В том числе:   |                                   |
| Лекции (Л)   | 26                                |
| Практические занятия (Пр)  | 13                                |
| Лабораторные занятия (Лаб)   | 0                                 |
| Вид промежуточной аттестации   | зачет                             |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (СР), (всего)</b>  | <b>33</b>                         |
| В том числе:   |                                   |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовка к занятиям.<br>Подготовка к промежуточной аттестации. |                                   |

### 3.2. Краткое содержание дисциплины по разделам и видам учебной работы

| № п/п | Раздел дисциплины<br>(тематический модуль) | Трудоемкость<br>по видам учебных занятий<br>(в академических часах) | Оценочное<br>средство |
|-------|--|---|-----------------------|
|-------|--|---|-----------------------|

|   |  | Всего     | Лекции    | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа обучающихся |                              |
|---|--|-----------|-----------|----------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------|
| <b>Семестр № 8</b>                              |  |           |           |                      |                      |                                    |                              |
| 1   | Введение. Понятие об управляемых системах.                         | 3         | 2         | 0                    | 0                    | 1                                  | Зачет                        |
| 2   | Простейшие задачи управления динамикой популяций                   | 7         | 4         | 2                    | 0                    | 1                                  | Зачет                        |
| 3   | Краевые задачи и задачи управления упругими колебаниями            | 10        | 4         | 2                    | 0                    | 4                                  | Зачет                        |
| 4   | Устойчивость решений   | 10        | 4         | 2                    | 0                    | 4                                  | Зачет                        |
| 5   | Управляемость линейных систем                                      | 8         | 2         | 2                    | 0                    | 4                                  | Зачет                        |
| 6   | Наблюдаемость линейных систем                                      | 8         | 2         | 2                    | 0                    | 4                                  | Зачет                        |
| 7   | Принцип максимума Понтрягина для непрерывных управляемых процессов | 11        | 4         | 3                    | 0                    | 4                                  | Контрольная работа,<br>Зачет |
| 8   | Задачи управления тепловыми и диффузионными процессами             | 8         | 4         | 0                    | 0                    | 4                                  | Зачет                        |
| Подготовка к промежуточной аттестации           |  | 7         | 0         | 0                    | 0                    | 7                                  | Зачет                        |
| Вид промежуточной аттестации в семестре - зачет |  |           |           |                      |                      |                                    |                              |
| <b>Итого:</b>                                   |  | <b>72</b> | <b>26</b> | <b>13</b>            | <b>0</b>             | <b>33</b>                          |                              |

#### Содержание лекционных занятий

| № раздела          | № лекции | Основное содержание  | Количество часов | В т.ч. с использованием ДОТ (*) |
|--------------------|----------|--|------------------|---------------------------------|
|                    |          |  |                  |                                 |
| <b>Семестр № 8</b> |          |  |                  |                                 |
| 1                  | 1.1      | <b>Введение.</b> Понятие об управляемых системах. Принцип управления. Основная задача теории управления. Математическое описание управляемых систем.   | 2                |                                 |
| 2                  | 2.1-2.2  | <b>Простейшие задачи управления динамикой популяций</b><br>1) Задача управления популяцией, динамика которой описывается моделью Мальтуса;<br>2) Логистическая модель. Задача о минимизации времени на восстановление удаленной биомассы;<br>3) Управление динамикой сообщества «хищник-жертва». | 4                |                                 |
| 3                  | 3.1-3.2  | <b>Краевые задачи и задачи управления упругими колебаниями.</b> Постановка задач граничного управления. Решение задачи граничного управления методом Даламбера.  | 4                |                                 |

|               |         |  |           |  |
|---------------|---------|--|-----------|--|
| 4             | 4.1-4.2 | <b>Устойчивость решений.</b> Устойчивость линейных систем. Критерии устойчивости. Устойчивость нелинейных систем. Исследование устойчивости с помощью первого приближения. Область асимптотической устойчивости. | 4         |  |
| 5             | 5.1     | <b>Управляемость линейных систем.</b> Постановка и исследование задачи об управляемости в линейных системах. Основные теоремы. Критерий управляемости.   | 2         |  |
| 6             | 6.1     | <b>Наблюдаемость линейных систем.</b> Критерий наблюдаемости. Постановка и решение задачи наблюдаемости линейных систем. Принцип двойственности.   | 2         |  |
| 7             | 7.1-7.2 | <b>Принцип максимума Понтрягина для непрерывных управляемых процессов.</b> Сведение задачи оптимального управления к краевой задаче. Примеры нахождения оптимальных процессов с помощью принципа максимума.      | 4         |  |
| 8             | 8.1-8.2 | Задачи управления тепловыми и диффузионными процессами.  | 4         |  |
| <b>Итого:</b> |         |  | <b>26</b> |  |

### Содержание практических занятий

| № раздела          | № занятия | Основное содержание  | Количество часов | В т.ч. с использованием ДОТ(*) |
|--------------------|-----------|--|------------------|--------------------------------|
| <b>Семестр № 8</b> |           |  |                  |                                |
| 2                  | 2.1       | <b>Простейшие задачи управления динамикой популяций</b><br>1) Задача управления популяцией, динамика которой описывается моделью Мальтуса;<br>2) Логистическая модель. Задача о минимизации времени на восстановление удаленной биомассы;<br>3) Управление динамикой сообщества «хищник-жертва». | 2                |                                |
| 3                  | 3.1       | <b>Краевые задачи и задачи управления упругими колебаниями.</b> Постановка задач граничного управления. Решение задачи граничного управления методом Даламбера.  | 2                |                                |
| 4                  | 4.1       | <b>Устойчивость решений.</b> Устойчивость линейных систем. Критерии устойчивости. Устойчивость нелинейных систем. Исследование устойчивости с помощью первого приближения. Область асимптотической устойчивости.   | 2                |                                |
| 5                  | 5.1       | <b>Управляемость линейных систем.</b> Постановка и исследование задачи об управляемости в линейных системах. Основные теоремы. Критерий управляемости.   | 2                |                                |
| 6                  | 6.1       | <b>Наблюдаемость линейных систем.</b> Критерий наблюдаемости. Постановка и решение задачи наблюдаемости линейных систем. Принцип двойственности.   | 2                |                                |
| 7                  | 7.1       | <b>Принцип максимума Понтрягина для непрерывных управляемых процессов.</b> Сведение задачи оптимального управления к краевой задаче. Примеры нахождения оптимальных процессов с помощью принципа максимума.  | 2                |                                |
| 7                  | 7.2       | Контрольная работа.  | 1                |                                |

|  |  |               |           |
|--|--|---------------|-----------|
|  |  | <b>Итого:</b> | <b>13</b> |
|--|--|---------------|-----------|

### 3.4. Организация самостоятельной работы обучающегося

| № раздела | Задания для самостоятельной работы  | Количество часов | В т.ч. с использованием ДОТ<br>зованием ДОТ<br>(*) |
|-----------|---|------------------|--|
|           |   |                  |  |
| 1         | Изучить главу 2 «Математические модели управляемых динамических систем» монографии [5] из списка основной литературы.   | 1                |  |
| 2         | Изучить главы 1 и 2 учебного пособия [4] из списка основной литературы. Разобрать приведенные в пособии примеры анализа одномерных моделей популяционной динамики.  | 1                |  |
| 3         | Повторить раздел курса «Уравнения математической физики», посвященный решению волнового уравнения на прямой методом Даламбера. Построить решение краевой задачи для волнового уравнения на отрезке с неоднородными граничными условиями первого рода методом Даламбера.               | 1                |  |
| 3         | Подготовить компьютерную реализацию решения задачи о гашении колебаний (анимация процесса перевода конечной струны из возбужденного состояния в состояние покоя за заданный промежуток времени)   | 1                |  |
| 3         | Подготовить компьютерную реализацию решения задачи о возбуждении струны (анимация процесса).  | 2                |  |
| 4         | Изучить главы 4 и 5 монографии [5] из списка основной литературы, посвященных методам исследования устойчивости динамических систем   | 2                |  |
| 4         | Выполнить качественный анализ управляемой системы «хищник-жертва». Подготовить компьютерную реализацию управления (анимация процесса)   | 2                |  |
| 5         | Разобрать по конспекту лекции доказательство критерия управляемости линейных нестационарных систем и критерия управляемости линейных стационарных систем.<br>Решить предложенные преподавателям задачи на применение критериев. Предложить компьютерную реализацию проверки критериев | 4                |  |
| 6         | Разобрать по конспекту лекции доказательство критерия наблюдаемости линейных нестационарных систем и критерия наблюдаемости линейных стационарных систем.<br>Решить предложенные преподавателям задачи на применение критериев. Предложить компьютерную реализацию проверки критериев | 4                |  |
| 7         | Проработать конспект лекции на тему: «Принцип максимума Понтрягина для непрерывных управляемых процессов». Решить предложенные преподавателем задачи на оптимальное управление с использованием принципа максимума Понтрягина. Предложить компьютерную реализацию решения             | 2                |  |
| 7         | Подготовиться к контрольной работе  | 2                |  |
| 8         | Проработать конспект лекции на тему: «Задачи управления тепловыми и диффузионными процессами». Решить предложенные преподавателем   | 4                |  |

|              |  |           |  |
|--------------|--|-----------|--|
|              | лем задачи.  |           |  |
| 1-8          | Подготовка к промежуточной аттестации (зачету): подготовить ответы на вопросы к зачету, приведенные в пункте 5.2 данной рабочей программы. | 7         |  |
| <b>Итого</b> |  | <b>33</b> |  |

#### 4. Образовательные технологии по дисциплине

При изучении дисциплины «Теория управления» используются следующие образовательные технологии:

- аудиторные занятия (лекционные и практические занятия);
- внеаудиторные занятия (самостоятельная работа, индивидуальные консультации).

Предусматривается использование в учебном процессе следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

- практические занятия в диалоговом режиме;
- решение задач с помощью систем компьютерной математики.

Учебно-методические материалы публикуются на сайте дисциплины:

[https://math-it.petsu.ru/users/semenova/Theory\\_Uprav/index.asp](https://math-it.petsu.ru/users/semenova/Theory_Uprav/index.asp)

#### 5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

5.1. Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины с помощью *устного опроса* на практических занятиях, а также проверки выполнения *домашних заданий*. К оценочным средствам для текущего контроля относятся: контрольная работа.

Оценочные средства текущего контроля.

##### *Примерный вариант контрольной работы*

Даны модель объекта управления:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2(t), \quad \frac{dx_2}{dt} = -x_1(t) + u(t), \quad |u| \leq 1,$$

с начальными условиями  $x_1(0) = 0$ ,  $x_2(0) = 0$  и функционал  $I = x_2(2\pi) \rightarrow 0$ , где  $x(t) = (x_1(t), x_2(t))$  – вектор характеризует состояние системы,  $u(t)$  – управление. Требуется найти оптимальное программное управление  $u^*(t)$  и соответствующую ему траекторию  $x^*(t)$ .

*Критерий оценивания.*  
«Зачтено» выставляется, если задача решена правильно, иначе – «не зачтено».

5.2. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета.

Условием допуска к зачету является обязательное посещение лекционных и практических занятий; выполнение заданий, предлагаемых в рамках самостоятельной работы, успешное выполнение контрольной работы. Билет содержит один вопрос.

#### Вопросы к зачету

1. Постановки задач управления динамическими системами.
2. Задачи управления динамикой популяции.
3. Импульсные управления.
4. Задачи управления упругими колебаниями.
5. Устойчивость линейных и нелинейных систем.
6. Управляемость линейных систем.
7. Наблюдаемость динамических систем.
8. Принцип максимума Понтрягина.
9. Задачи управления тепловыми и диффузионными процессами

«**Зачтено**» выставляется обучающемуся, если он показал достаточно прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты.

«**Не зачтено**» выставляется обучающемуся, если при ответе выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Подробно средства оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

## **6. Методические рекомендации обучающимся по дисциплине, в том числе для самостоятельной работы**

Методические и справочные материалы по дисциплине, план-график практических занятий и контрольных мероприятий, конспекты практических занятий, задания для самостоятельной работы, примерный вариант контрольной работы публикуются на сайте дисциплины [https://math-it.petrso.ru/users/semenova/Theory\\_Uprav/index.asp](https://math-it.petrso.ru/users/semenova/Theory_Uprav/index.asp) (в открытом доступе).

## **7. Методические рекомендации преподавателям по дисциплине**

Планирование лекционных и практических занятий осуществляется с учётом установленного количества часов.

*Лекции* составляют основу теоретического обучения и дают систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывают состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрируют внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируют их активную познавательную деятельность и способствуют формированию творческого мышления. Ведущим методом лекционного занятия выступает устное изложение учебного материала.

*Практические занятия* направлены на формирование у обучающихся умений решать типовые задачи. Преподаватель оценивает знания и умения обучающихся путем проведения контрольной работы и проверки домашних заданий.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Дисциплина полностью обеспечена учебной литературой, представленной в печатном или электронном виде. Для осуществления образовательной деятельности по дисциплине рекомендуется следующая основная и дополнительная литература.

### **8.1. Основная литература:**

1. Заика, Ю.В. Дифференциальные уравнения. Курс лекций / Ю.В. Заика. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2012. – 215 с. URL: <https://edu.petrso.ru/object/12619>
2. Заика, Ю.В. Управление и алгоритмы наблюдения и идентификации : Учебное пособие / Ю.В. Заика ; М-во образования РФ. Петрозавод. гос. ун-т ; Ин-т прикладных мат. исслед. КарНЦ РАН. – Петрозаводск, 2001. – 161 с.
3. Зубов, В. И. Лекции по теории управления: учеб. пособие /В. И. Зубов. – Изд. 2-е, испр. – Санкт-Петербург: ЛАНЬ, 2009. – 496 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература); (Лучшие классические учебники).
4. Качественное исследование непрерывных моделей популяционной динамики. Ч. 1: Динамические системы на прямой [Электронный ресурс] : учебное электронное пособие для обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата "Математика" и "Прикладная математика и информатика" / [сост. Е.Е. Семёнова, О.А. Зятева]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Петрозав. гос. ун-т". - Электрон. текст. дан. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2018. <http://elibrary.karelia.ru/book.shtml?id=29495>
5. Чернецкий, В.И. Математическое моделирование динамических систем / В.И. Чернецкий. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 1996. – 430 с.

## 8.2. Дополнительная литература:

1. Цветкова, О.Л. Теория автоматического управления : учебник / О.Л. Цветкова. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 207 с.  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443415>
2. Шабаршина, И.С. Математические основы теории управления : учебник / И.С. Шабаршина, В.В. Корохов, Е.В. Корохова ; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2016. - 130 с.  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493310>
3. Андреева, Е.А. Оптимальное управление биологическими сообществами : учебное пособие / Е.А. Андреева, Н.А. Шилова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 241 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312265>
4. Ким, Д.П. Теория автоматического управления : учебное пособие / Д.П. Ким. - Москва : Физматлит, 2007. - Т. 1. Линейные системы. - 312 с.  
[Электронный ресурс] <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69278>  
[Электронный ресурс] <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108577.html>
5. Ким, Д.П. Теория автоматического управления : учебное пособие / Д.П. Ким. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Физматлит, 2007. - Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. - 440 с.  
[Электронный ресурс] <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69280>  
[Электронный ресурс] <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108584.html>
6. Ким, Д.П. Сборник задач по теории автоматического управления / Д.П. Ким. – Москва : Физматлит, 2007. – 168 с.  
[Электронный ресурс] <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108737.html>

## 1.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Обучающиеся и преподаватели ПетрГУ имеют доступ к ряду электронных библио-

точных систем, к которым подключена Научная библиотека университета. Для электронных ресурсов используется лицензионное программное обеспечение.

Для поиска учебной и научной литературы обучающиеся используют следующие ЭБС:

- Электронная библиотека Республики Карелия <http://elibrary.karelia.ru/>
- Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
- Электронная библиотечная система «Консультант студента. Студенческая электронная библиотека» <http://www.studentlibrary.ru>
- другие базы данных, размещенные на сайте Научной библиотеки ПетрГУ в разделе «Электронные журналы и базы данных» <http://library.petrSU.ru/collections/bd.shtml>

Для компьютерного анализа рассматриваемых моделей и проведения численных экспериментов можно использовать:

1. Свободно распространяемые системы компьютерной алгебры: *Maxima*, *Reduce*, *Axiom*.  
Официальный сайт системы Maxima: <http://maxima.sourceforge.net/ru>.  
Официальный сайт системы Reduce: <http://www.reduce-algebra.com>.
2. Пакет для математических и инженерных расчетов MathCAD  
Петрозаводский университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

8.4. Информационное обеспечение дисциплины в системе электронного (дистанционного) обучения:

Электронный ресурс, содержащий методические и справочные материалы по дисциплине размещен на сайте дисциплины:

[https://math-it.petrSU.ru/users/semenova/Theory\\_Uprav/index.asp](https://math-it.petrSU.ru/users/semenova/Theory_Uprav/index.asp) (в открытом доступе).

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническая база ПетрГУ обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной подготовки обучающихся, предусмотренных учебным планом и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально-необходимый перечень для информационно-технического и материально-технического обеспечения дисциплины:

- аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оснащенная рабочими местами для обучающихся и преподавателя, доской, мультимедийным оборудованием;
- библиотека с читальным залом и залом для самостоятельной работы обучающегося, оснащенные компьютером с выходом в Интернет, книжный фонд библиотеки составляет специализированная научная, учебная и методическая литература, журналы (в печатном или электронном виде);
- дисплейный класс с установленными системами компьютерной алгебры MathCAD и Maxima.

Дата: 15 мая 2019 г.