МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Институт информационных технологий, математики и механики |

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Директор |  | В.П. Гергель |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  |  | 2017 г. |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| Теория выбора и принятия решений |

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **бакалавриат** |

Направление подготовки

|  |
| --- |
| **020302 Фундаментальная информатика и информационные технологии** |

Профиль подготовки

|  |
| --- |
| **Инженерия программного обеспечения** |

Квалификация выпускника

|  |
| --- |
| **Бакалавр** |

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очная** |

Нижний Новгород

2017

**1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Теория выбора и принятия решений» предназначена для студентов 3-го курса бакалавриата (6 семестр), обучающихся по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии», по профилю «Инженерия программного обеспечения», относится к дисциплинам по выбору ОПОП (Б1.В.ДВ.07.04). Дисциплина опирается на материал курсов «Теория вероятностей и мат. статистика», «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Основы программирования», «Компьютерное моделирование вероятностных процессов».

**Цель освоения дисциплины**

Дисциплина «Теория выбора и принятия решений» направлена на изучение стохастического подхода к задачам управления в условиях неопределенности. Рассматриваются модели с дискретным временем, поскольку при использовании моделей с непрерывным временем требуется предварительное изучение основ теории стохастических дифференциальных уравнений, что на данном этапе освоения образовательной программы является преждевременным. С другой стороны, в рамках дискретных моделей многие базовые теоретические положения выводятся более наглядно и проще поддаются алгоритмизации, что весьма важно при первоначальном изучении. Эти факты служат обоснованием необходимости включения данной дисциплины в учебный план направления подготовки 020302 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Целями освоения дисциплины «Теория выбора и принятия решений» являются:

* изучение основ оптимальной фильтрации для линейных стохастических систем с дискретным временем;
* изучение основ стохастического оптимального управления для линейных систем с дискретным временем.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-1:* способность к ведению научно-исследовательской деятельности в области фундаментальной информатики и информационных технологий:- понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий (ПК-1-1);  Базовый этап. | ***ЗНАТЬ***  *З1(ПК-1-1)* основы теории оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем  *З2(ПК-1-1)* современные методы численного решения и моделирования задач оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем  *З3(ПК-1-1)* современные программные средства решения задач оптимальной фильтрации и оптимального управления  ***УМЕТЬ***  *У1(ПК-1-1)* ставить на практике задачи оптимальной фильтрации и оптимального управления в рамках линейных стохастических моделей с дискретным временем  *У2(ПК-1-1)* решать задачи оптимальной фильтрации и оптимального управления в рамках линейных стохастических моделей с дискретным временем  ***ВЛАДЕТЬ***  *В1(ПК-1-1)* современными методами численного решения и моделирования задач оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем с использованием существующего программного обеспечения  *В2(ПК-1-1)* навыками применения современных программных средств для решения задач оптимальной фильтрации и оптимального управления в рамках линейных стохастических моделей с дискретным временем |

1. **Структура и содержание дисциплины «Теория выбора и принятия решений»**

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых **32** часа составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:

16 часов занятия лекционного типа,

16 часов практические занятия.

**40** часов составляет **самостоятельная работа** обучающегося

Содержание дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине** | **Всего**  **(часы)** | в том числе | | | | | |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | **Самостоятельная**  **работа студента**  **часы** |
| **Занятия лекционного типа** | **Занятия семинарского типа** | **Лабораторные работы** | **Консультации индивидуальные** | **Всего**  **контактных часов** | **Всего**  **СРС** |
| **Наблюдение вектора состояния**  Постановка задачи наблюдения. Понятие наблюдаемости. Матрицы наблюдаемости первого и второго рода. Наблюдатели полного и пониженного порядка в виде моделей с обратной связью. Метод наименьших квадратов. Алгоритм рекуррентного гауссовского оценивания. Понятие управляемости. Двойственность задач наблюдения и управления | 20 | 4 | 6 |  |  | 10 | 10 |
| **Линейная оптимальная фильтрация**  Метод минимизации среднеквадратической ошибки. Уравнение Винера-Хопфа для дискретных систем. Гауссовско-марковская оценка как обобщение метода наименьших квадратов. Рекуррентное гауссовско-марковское оценивание. Фильтр Калмана для систем с дискретным временем. | 26 | 6 | 5 |  |  | 11 | 15 |
| **Стохастическое оптимальное управление**  Постановка задачи стохастического оптимального управления для полной и неполной информации о векторе состояния. Вывод и решение функционального уравнения Беллмана. Свойства оптимальной системы. Теорема разделения. | 26 | 6 | 5 |  |  | 11 | 15 |
| **В т.ч. текущий контроль 2 ч** | | | | | | | | |
| **Итоговая аттестация. Зачет**. | | | | | | | | |

1. **Образовательные технологии**

Используются образовательные технологии в форме лекций и семинарских занятий.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**
   1. **Виды самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа обучающихся реализуется в следующих формах: выполнение домашних заданий по дисциплине, составление компьютерных программ, реализующих алгоритмы оптимальной фильтрации и оптимального управления по индивидуальным заданиям преподавателя. Самостоятельная работа контролируется преподавателем, как во время аудиторных занятий, так и во время внеаудиторной работы, в том числе с использованием консультаций по электронной почте.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в ознакомлении с теоретическим материалом (по учебно-методическим пособиям, учебникам и научным работам, указанным в списке литературы); ответов на вопросы самоконтроля; в решении практических задач; разработке компьютерных программ, реализующих алгоритмы стохастической оптимальной фильтрации и стохастического оптимального управления. Самостоятельная работа может осуществляться, как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

Практические работы выполняются в компьютерном классе ПЭВМ по всем разделам дисциплины и включает в себя следующие работы:

* Практическая работа «Расчет и моделирование наблюдателей полного и пониженного порядков с обратной связью»;
* Практическая работа «Расчет и моделирование дискретного фильтра Калмана»;
* Практическая работа «Расчет и моделирование стохастического оптимального регулятора дискретной линейной системы».
  1. **Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов**

а) основная литература:

1. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 440 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108584.html>

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

б) дополнительная литература:

1. Ким Д.П. Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 328 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109376.html>
2. Гайдук А.Р. Теория и методы аналитического синтеза систем автоматического управления (полиномиальный подход). - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114240.html>
3. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине,** **включающий:**
   1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

*Оценка уровня формирования компетенции ПК-1*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
| ***ЗНАТЬ***  *З1(ПК-1-1)* основы теории оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем  *З2(ПК-1-1)* современные методы численного решения и моделирования задач оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем  *З3(ПК-1-1)* современные программные средства решения задач оптимальной фильтрации и оптимального управления  ***УМЕТЬ***  *У1(ПК-1-1)* ставить на практике задачи оптимальной фильтрации и оптимального управления в рамках линейных стохастических моделей с дискретным временем  *У2(ПК-1-1)* решать задачи оптимальной фильтрации и оптимального управления в рамках линейных стохастических моделей с дискретным временем  ***ВЛАДЕТЬ***  *В1(ПК-1-1)* современными методами численного решения и моделирования задач оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем с использованием существующего программного обеспечения  *В2(ПК-1-1)* навыками применения современных программных средств для решения задач оптимальной фильтрации и оптимального управления в рамках линейных стохастических моделей с дискретным временем | Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Плохой уровень формирования компетенции.  «Плохо» |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции.  «неудовлетворительно» |
| **Знать** некоторые основы теории оптимальной фильтрации и оптимального управления. **Уметь** У1 и У2 с погрешностями. **Владеть** некоторыми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Удовлетворительный уровень формирования компетенции.  «Удовлетворительно» |
| **Знать**  основы теории оптимальной фильтрации и оптимального управления, а также современные методы численного решения и моделирования задач оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем. **Уметь** У1 и У2 с незначительными погрешностями. **Владеть** основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Хороший уровень  формирования компетенции.  «Хорошо» |
| **Знать** основы теории оптимальной фильтрации и оптимального управления, современные методы численного решения и моделирования задач оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем, современные программные средства решения задач оптимальной фильтрации и оптимального управления. **Уметь** У1 и У2 с незначительными погрешностями. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Очень хороший уровень  формирования компетенции  «Очень хорошо» |
| **Знать** основы теории оптимальной фильтрации и оптимального управления, современные методы численного решения и моделирования задач оптимальной фильтрации и оптимального управления для линейных стохастических систем с дискретным временем, современные программные средства решения задач оптимальной фильтрации и оптимального управления.. **Уметь** У1 и У2 в полном объеме. **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Отличный уровень  формирования компетенции  «Отлично» |
| **Знать** З1, З2, З3 без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1, У2 в полном объеме. Свободно **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях. | Превосходный уровень  формирования компетенции  «Превосходно» |

**Карта компетенций для оценивания умений и навыков**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
| Не зачтено | | Зачтено | | | | |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Умения  У1(ПК-1-1),  У2(ПК-1-1) | отсутствует способность решения стандартных задач | наличие грубых ошибок при решении стандартных задач | способность решения основных стандартных задач с негрубыми ошибками | способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями | способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей | Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач | способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач |
| Навыки  В1(ПК-1-1),  В2(ПК-1-1) | полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией | отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией | наличие минимально необходимого множества навыков | наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях | наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях | наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях | Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях |

* 1. Описание шкал оценивания

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Теория выбора и принятия решений» используется балльная система оценки учебной работы студентов. По результатам итоговой аттестации проставляются оценки «Зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «удовлетворительно» и выше) и «Не зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «плохо» и «неудовлетворительно»).

Ниже в форме таблицы приведена шкала оценивания при промежуточной аттестации в форме устного зачета.

|  |  |
| --- | --- |
| Зачтено | Студент свободно ориентируется в понятиях и основных определениях курса, отвечает на контрольные вопросы. Наличие лабораторных работ. Правильный ответ более, чем на половину заданий теста. |
| Не зачтено | Студент не ориентируется в понятиях и определениях курса, не отвечает на контрольные вопросы. Отсутствие лабораторных работ. Правильный ответ менее, чем на половину заданий теста |

* 1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- решение практических задач; разработка компьютерных программ, реализующих алгоритмы стохастической оптимальной фильтрации и стохастического оптимального управления

* 1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Список контрольных вопросов для оценивания результатов обучения в виде знаний З1(ПК-1-1), З2(ПК-1-1), З3(ПК-1-1) формирования компетенции ПК-1-1.

**Примеры вопросов для собеседования**

1. Алгоритм рекуррентного гауссовского оценивания.
2. Понятие управляемости.
3. Двойственность задач наблюдения и управления
4. Метод минимизации среднеквадратической ошибки.
5. Уравнение Винера-Хопфа для дискретных систем.

**Примеры практических задач**

**Задача 1**. Оценить состояние системы (колебательное звено):



*u*

*y*

Построить наблюдатель полного порядка. Характеристический полином наблюдателя задать в виде стандартной формы Баттерворта.

**Задача 2.** Уравнение объекта имеет вид:

****

где *x*1 – скорость, *x*2 – координата точки. Оценить скорость с помощью наблюдающего устройства полного порядка.

**Задача 3.** Самолет совершает поступательное движение из заданной известной точно начальной позиции под действием неизвестных возмущений ускорения. В течении полета каждую секунду измеряются координата с ошибкой. Требуется построить оптимальную оценку координаты и скорости. Построить модель наблюдателя в Simulink.

1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 440 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108584.html>

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

б) дополнительная литература:

1. Ким Д.П. Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 328 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109376.html>
2. Гайдук А.Р. Теория и методы аналитического синтеза систем автоматического управления (полиномиальный подход). - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114240.html>

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. YALMIP Wiki [http://users.isy.liu.se/johanl/yalmip](http://users.isy.liu.se/johanl/yalmip/) (свободное ПО)
2. Scilab <http://www.scilab.org> (свободное ПО)

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (компьютерный класс с установленным программным обеспечением: операционные системы семейства Microsoft Windows, (лицензия) и свободным ПО из п.7.в), промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет». Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль Инженерия программного обеспечения

Автор П.В. Пакшин

Программа одобрена на заседании кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.П. Гергель

Программа одобрена методической комиссией Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.