

Программа утверждена на заседании кафедры прикладной механики и управления механико-математического факультета МГУ 19.11.2014
(протокол № 6)

Заведующий кафедрой прикладной механики механико-математического факультета МГУ
д.ф.-м.н., профессор _____ Александров В.В.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля) *Дополнительные главы оптимального управления и оценивания*
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика.
Направленность программы 01.02.01 Теоретическая механика
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП *вариативная часть ООП, элективный курс по выбору кафедры, обязателен для освоения не позднее второго года обучения.*
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)
(заполняется в соответствии с картами компетенций)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>УК-1</i>	<i>З1 (УК-1) ЗНАТЬ:</i>

	<p>методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><i>У1 (УК-1) УМЕТЬ:</i> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p>
<i>ОПК-1</i>	<p><i>З1 (ОПК-1) ЗНАТЬ:</i> основные понятия, результаты и задачи фундаментальной математики и механики.</p> <p><i>У1 (ОПК-1) УМЕТЬ:</i> применять основные математические методы и алгоритмы для решения стандартных задач математики.</p> <p><i>В1 (ОПК-1) ВЛАДЕТЬ:</i> методами математического моделирования.</p>
<i>ПК-8</i>	<p><i>З (ПК-8)-1 ЗНАТЬ:</i> основные и специальные разделы теоретической и прикладной механики, качественные и количественные методы исследования управляемых механических систем, современные тенденции в механике управляемых систем</p> <p><i>У (ПК-8)-1 УМЕТЬ:</i> физически корректно ставить задачи теоретической и прикладной механики, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты, давать качественные заключения о движении сложных управляемых</p>

	механических систем В (ПК-8)-1 ВЛАДЕТЬ: методами математического и алгоритмического моделирования, компьютерными технологиями для решения задач теоретической и прикладной механики; навыками создания и исследования новых задач анализа и синтеза алгоритмов управления и оценивания для механических систем, востребованных в современной науке и технике
--	---

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет _____ зачетных единиц, всего _____ часов, из которых _____ часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (_____ часов занятия лекционного типа, _____ часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), _____ часов групповые консультации, _____ часов индивидуальные консультации, _____ часов мероприятия текущего контроля успеваемости, _____ мероприятия промежуточной аттестации), _____ часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть). Предполагаются знания основ математического анализа, высшей и линейной алгебры, дифференциальных уравнений, комплексного анализа, теоретической механики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов.

8. Формат обучения (отметить, если дисциплина (модуль) или часть ее реализуется в форме электронного (дистанционного) обучения, если дисциплина (модуль) может быть освоена в другой организации при реализации образовательной программе в сетевой форме))

аудиторные занятия

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, часы		
		из них					из них		
Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего	
Часть I. Современные методы теории оценивания. 1. Декомпозиция алгоритмов управления и оценивания по компонентам соответственно вектора управления и вектора наблюдения. Последовательная и параллельная декомпозиции 2. Сингулярное разложение. Меры оцениваемости с точки зрения сингулярного разложения. Стохастическая мера оцениваемости	8	4				4	4		4

3. Сплайновое сглаживание	8	4					4	4		4
4. Метод наименьших модулей. Сведение задачи к задаче линейного программирования. Метод средневзвешенных квадратов 5. Метод гарантирующего оценивания.	12	4				2	6	6		6
6. Оконное сглаживание, виды окон, выбор оптимальной ширины окна в зависимости от свойств оцениваемой функции. 7. Цифровые фильтры. Частотный подход, частотные характеристики. Сглаживание. Оценка качества дифференцирования и интегрирования с частотной точки зрения	8	4					4	4		4
8. Явление Гиббса и борьба с ним. Множители Ланцоша и их обоснование. 9. Дискретизация непрерывных процессов с точки зрения частотного подхода. Элайзинг и частота Найквиста. Разложение в ряд Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье.	12	4				2	6	6		6
10. Спектральная теория стационарных случайных процессов. Спектральное разложение. Определение спектральной плотности для	8	4					4	4		4

<p>выходного сигнала линейной динамической системы. Понятие белый шум в спектральном виде. Построение формирующих фильтров.</p>									
<p>11. Дискретизация стационарного случайного процесса. Спектральная плотность дискретизированного стационарного случайного процесса. Теорема отсчетов. 12. Экспериментальные методы определения спектральных плотностей.</p>	12	4				2	6	6	6
<p>13. Матричные методы определения характеристик стационарных случайных процессов. 14. Применение изученных методов в задачах навигации и калибровки навигационных систем.</p>	8	4					4	4	4
<p>Часть II. Современные методы теории оптимального управления 15. Постановка задач оптимального управления. Оператор сжатия, существование и единственность управляемого движения. Синтез стабилизирующих управлений. Функциональное ограничение на управление, фазовые и смешанные ограничения. Теорема существования оптимального управления.</p>	8	4					4	4	4

16. Принцип Лагранжа в гамильтоновой форме и необходимые условия оптимальности первого порядка. Необходимые условия слабого локального минимума при отсутствии ограничений, уравнения Эйлера в лагранжевой и гамильтоновой формах. Принцип максимума Понтрягина – необходимые условия сильного локального минимума при наличии ограничений.	8	4					4	4		4
17.										
18. Теоремы отделимости и алгоритм доказательства необходимых условий первого порядка.	16	8					8	8		8
19. Доказательство необходимых условий оптимальности для минимаксной задачи. Расширенный принцип максимума в форме Гамкрелидзе. Антагонистические игры и их применение для оценки качества робастного управления	6	4			2		6	6		6
20. Аномальные ситуации в оптимальном управлении. Особое оптимальное управление и необходимые условия Кэлли . Существование chattering – стратегии.	8	4			4		8	8		8
21. Абсолютная и робастная	4	2					2	2		2

устойчивость. Запас робастной устойчивости. Матричные неравенства, теория Н-бесконечность.										
Промежуточная аттестация: Решение контрольных задач с последующей защитой решения	8	4						4		
Итого	144	60				12	72	72		68

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю).

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).

- 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
- Описание шкал оценивания
- Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
	1	2	3	4	5	
31 (УК-1) Знать методы критического анализа и оценки	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов критического анализа	Общие, но не структурированные знания методов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания методов	Индивидуальное собеседование

современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях		и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	
У1 (УК-1) Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	Практические контрольные задания
31 (ОПК1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о результатах, проблемах, методах научных исследований в области математики и смежных областях	Неполные представления о результатах, проблемах, методах научных исследований в области математики и смежных областях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о результатах, проблемах, методах научных исследований в области математики и смежных областях	Сформированные систематические представления о результатах, проблемах, методах научных исследований в области математики и смежных областях	Индивидуальное собеседование
У1 (ОПК1)	Отсутствие умений	Фрагментарное умение разработки и применения методов и алгоритмов научных исследований	В целом успешное, но не систематическое умение разработки и применения методов и алгоритмов научных исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разработки и применения методов и алгоритмов научных исследований	Сформированное умение разработки и применения методов и алгоритмов научных исследований	Практические контрольные задания

<p>З (ПК-8)-1 основные и специальные разделы теоретической и прикладной механики, качественные и количественные методы исследования механических систем, современные тенденции в механике управляемых систем</p>	<p>Отсутствие знаний</p>	<p>Фрагментарные представления об основных и специальных разделах теоретической и прикладной механики, качественных и количественных методах исследования механических систем, современных тенденциях в механике управляемых систем</p>	<p>Неполные представления об основных и специальных разделах теоретической и прикладной механики, качественных и количественных методах исследования механических систем, современных тенденциях в механике управляемых систем</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных и специальных разделах теоретической и прикладной механики, качественных и количественных методах исследования механических систем, современных тенденциях в механике управляемых систем</p>	<p>Сформированные систематические представления об основных и специальных разделах теоретической и прикладной механики, качественных и количественных методах исследования механических систем, современных тенденциях в механике управляемых систем</p>	<p>Индивидуальное собеседование</p>
<p>У (ПК-8)-1 физически корректно ставить задачи теоретической и прикладной механики, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты, давать качественные заключения о движении сложных механических управляемых систем</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Фрагментарное умение физически корректно ставить задачи теоретической и прикладной механики, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты, давать качественные заключения о движении сложных механических управляемых систем</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение физически корректно ставить задачи теоретической и прикладной механики, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты, давать качественные заключения о движении сложных механических управляемых систем</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение физически корректно ставить задачи теоретической и прикладной механики, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты, давать качественные заключения о движении сложных управляемых механических систем</p>	<p>Сформированное умение физически корректно ставить задачи теоретической и прикладной механики, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты, давать качественные заключения о движении сложных механических управляемых систем</p>	<p>Практические контрольные задания</p>

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций конспекты лекций снабжены списками задач для самостоятельного решения по теме каждой лекции, например
 - Построить декомпозированный алгоритм оценивания в одной из задач коррекции ИНС
 - Исследовать сходимости оценки в процедуре последовательных приближений при выборе оптимальной ширины окна
 - Проверить существование chattering – стратегии для заданной задачи оптимального управления.
 - Найти величину запаса устойчивости.
- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения -----

12. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы
 1. Александров В.В, Лемак С.С., Парусников Н.А. Лекции по механике управляемых систем. - М.: изд-во МАКС Пресс, 2012 – 241с.
 2. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Часть II. Приложения методов оптимального оценивания к задачам навигации.- М.: изд-во МГУ, 2008 -152 с.
 3. Лоусон Ч., Хенсон Р. Численное решение задач метода наименьших квадратов. - М.: изд-во Наука, 1986 -232 с.
 4. Матасов А.И. Метод гарантирующего оценивания.- М.: изд-во МГУ, 2009 -100 с.
 5. Хемминг Р. Цифровые фильтры. М.: изд-во Недра, 1987, - 224с.
 6. Яглом А.М. Корреляционная теория стационарных случайных функций – Л.: Гидрометеиздат, 1981 г. 282 с.
 7. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения.- М.: изд-во Мир, 1990 -574 с.
 8. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов. - М.: изд-во ООО Бином-пресс, 2006 -656 с.
 9. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных .- М.: изд-во Мир, 1989 -541 с.
 10. Мудров В.В., Кушко В.Л. Методы обработки измерений. М.: Радио, 1976.
 11. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 1972.
 12. Милютин А.А., Дмитрук А.В., Осмоловский В.В. Принцип максимума в оптимальном управлении. М.: Изд-во МГУ, 2004.
 13. Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Семина Е.А. Теория игр. М.: Высшая школа, 1998.
 14. Поляк Б. Т. , Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002.

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
Электронная библиотека попечительского совета механико-математического факультета МГУ (lib.mechmat.ru)
- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости) пакет MATLAB
- Описание материально-технической базы. Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, учебный компьютерный класс, студенческая версия пакета Матлаб

13. Язык преподавания русский

14. Преподаватель (преподаватели) профессор В.В.Александров, профессор Н.А.Парусников, доцент И.А.Папуша