

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



SATBAYEV
UNIVERSITY



СИЛЛАБУС

ОСУ 3311 «Системы оптимального управления»
(название дисциплины)

3 кредита

Триместр: **Осенний**, 2019 – 2020 уч. год

Алматы, 2019

Сәтбаев университеті
Институт дистанционного образования
Кафедра «Автоматизация и управление»

1. Информация о преподавателях:

Лектор
Бейсембаев Акамбай Агыбаевич

Ahan_kaz@mail.ru

Преподаватель
(практические занятия)
Бейсембаев Акамбай Агыбаевич

Ahan_kaz@mail.ru

2. Цель курса:

Целью преподавания дисциплины: «Системы оптимального управления» является освоение основных понятий теории оптимальных систем управления, методов исследования функций одной и многих переменных, определения точек экстремума, основ вариационного исчисления, вариационные задачи на безусловный экстремум, вариационные задачи на условный экстремум, оптимальное управление системами.

3. Описание курса:

Дисциплина: «Системы оптимального управления» является дисциплиной рабочей учебной программы специальностей 5В070200 «Автоматизация и управление» и 5В071900 «Радиотехника, электроника и телекоммуникации». Содержание дисциплины охватывает проблематику оптимального управления системами.

Задачами изучения дисциплины являются:

- освоение основных понятий исследования функций одной и многих переменных;
- изучение методов определения экстремума функций одной и многих переменных;
- освоение классического вариационного исчисления;
- изучение методов решения вариационных задач на безусловный экстремум;
- изучение методов решения вариационных задач на условный экстремум.

4. Пререквизиты:

Изложение материала опирается на дисциплины обязательного компонента бакалавриата по специальностям 5В070200 – «Автоматизация и управление» и 5В071900 «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»:

- ✓ «Математика»,
- ✓ «Физика»,
- ✓ «Теоретические основы электротехники».

5. Постреквизиты:

Учебный материал дисциплины «Системы оптимального управления» используется при изучении дисциплин, связанных с автоматизацией производственных процессов электроэнергетической отрасли, также при написании дипломного проекта (работы).

6. Список литературы:

Базовая литература	Дополнительная литература
[1] Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. – М.: Высшая школа, 2003. – 583 с.	[4] Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. – М.: Высшая школа, 1989. – 447 с.
[2] Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. – М.: Высшая школа, 1989. – 263 с.	[5] Чураков Е.П. Оптимальные и адаптивные системы. – М.: Высшая школа, 1987. – 256 с.
[3] Краснов М.Л., Макаренко Г.И., Кисилев А.И. Вариационное исчисление. – М.: Наука, 1973. – 192 с.	[6] Олейников В.А. Оптимальное управление технологическими процессами в нефтяной и газовой промышленности. – Л.: Недра, 1982. – 216 с.

7. Календарно - тематический план:

Неделя	Тема лекции	Тема практического занятия	Ссылка на литературу	Задание	Срок сдачи
1	Экстремумы функции. Определение экстремумов функций.	Определение экстремумов функций в виде многочлена. Определение экстремумов функций в виде дроби.	[1] Глава 1, стр. 58 – 65, [2] Глава 2, стр. 9 – 18.	СРС 1	3 неделя
2	Исследование экстремумов функций при помощи второй производной	Решение задач по определению максимальной площади и объема.	[1] Глава 1, стр. 70 – 81, [3] Глава 2, стр. 20 – 26.		
3	Исследование экстремумов разрывных функций. Экстремумы функций двух переменных.	Решение задач на исследование экстремумов разрывных функций. Определение острого экстремума функции.	[2] Глава 2, стр. 82 – 96, [4] Глава 2, стр. 28 – 36.		
4	Нахождение наибольшего и наименьшего значения функций двух переменных	Решение задачи о вписанном прямоугольнике в круг.	[2] Глава 2, стр. 98 – 105, [5] Глава 2, стр. 38 – 46.	СРС 2	5 неделя
5	Условный экстремум функций двух переменных. Метод множителей Лагранжа.	Решение задачи о прочности и жёсткости квадратного бруса.	[1] Глава 2, стр. 19 – 27, [6] Глава 4, стр. 58 – 61.		
Первая промежуточная аттестация					30
6	Основные понятия вариационного исчисления.	Решение задач на условный экстремум функции двух переменных.	[2] Глава 6, стр. 140 – 143, [3] Глава 8, стр. 90 – 92.		8 неделя

7	Вариационная задача с закреплёнными граничными условиями. Вариационные задачи с подвижными границами.	Решение задач на условный экстремум функции трёх переменных. Решение задач с применением уравнения Эйлера.	[3] Глава 6, стр. 144 – 148, [6] Глава 8, стр. 93 – 95.		
8	Вариационные задачи на условный экстремум.	Решение задач с применением уравнения Эйлера-Пуассона.	[2] Глава 6, стр. 151 – 161, [5] Глава 8, стр. 96 – 100.		
9	Принцип максимума Понтрягина. Практическое применение принципа максимума Понтрягина.	Решение задач с применением уравнения Эйлера-Лагранжа. Построение оптимального по расходу топлива управления.	[2] Глава 8, стр. 201 – 209, [4] Глава 8, стр. 102 – 106.		10 неделя
10	Метод динамического программирования Беллмана.	Решение задач с применением динамического программирования Беллмана.	[3] Глава 8, стр. 219 – 222, [6] Глава 10, стр. 118 – 124.		
Вторая финальная аттестация					
Экзамен					40

**В календарно – тематическом календаре возможны изменения с учетом праздничных дней*

8. Задания и краткие методические указания по их выполнению:

✓ Самостоятельная работа студента (СРС):

Самостоятельная работа студента (семестровые задания) предусматривает выполнение в течение семестра 4 заданий, охватывающих пройденный материал дисциплины. Задания должны быть выполнены в письменном виде, оформлены согласно требований ГОСТ и СТП, сданы по мере выполнения в установленные сроки.

Самостоятельная работа №1. Исследование на экстремум и построение графиков функций.

Исследовать на экстремум и построить график следующих функций

Номер варианта	Вид исследуемой функции	
	Задача №1	Задача №2
1	$y = x^3 + 12x^2 + 45x + 12$	$y = \frac{x}{x^2 + 9}$
2	$y = x^3 + 6x^2 + 9x + 5$	$y = \frac{x}{(x - 2)^2}$
3	$y = x^3 + 7.5x^2 + 12x + 3$	$y = \frac{x}{x^2 + 16}$

4	$y = x^3 + 9x^2 + 15x + 8$	$y = \frac{x}{(x-3)^2}$
5	$y = x^3 + 9x^2 + 24x + 2$	$y = \frac{x}{x^2 + 25}$
6	$y = x^3 + 10.5x^2 + 30x + 1$	$y = \frac{x}{(x-4)^2}$
7	$y = x^3 + 7.5x^2 + 18x + 4$	$y = \frac{x}{x^2 + 36}$

Критерий оценивания.

Задача №1 – 1.5 балла.

Задача №2 – 2 балла.

Итого 3.5 балла.

Самостоятельная работа №2. Решение задач по определению максимальной площади и объема

1. Из имеющихся досок необходимо построить забор длиной L метров. Требуется оградить двор наибольшей площади, используя для одной стороны двора стену близлежащего здания. Параметр L берётся в соответствии вариантом из таблицы.

2. Прямоугольный жестяной лист имеет размеры $A \times B$. Требуется вырезать по его углам такие квадратики, чтобы после загибания остающихся кромок получилась коробка наибольшей вместимости. Параметры A, B берутся в соответствии вариантом из таблицы.

Номер варианта	Параметры для решения задач		
	L	A	B
1	200	12	15
2	250	14	18
3	280	10	16
4	300	12	18
5	320	10	18
6	350	14	20
7	400	15	25

Критерий оценивания.

Задача №1 – 1.5 балла.

Задача №2 – 2 балла.

Итого 3.5 балла.

Самостоятельная работа №3. Решение задач на экстремум функции многих переменных

Задача №1. Исследовать на экстремум следующие функции двух переменных

Номер варианта	Вид исследуемой функции
1	$z = x^3 + y^3 - 3xy$
2	$z = x^2 + xy + y^2 - 2x - y$
3	$z = x^3 + 3xy^2 - 15x - 12y$
4	$z = x^3 + 8y^3 - 6xy + 5$
5	$z = 1 + 15x - 2x^2 - xy - 2y^2$
6	$z = 1 + 6x - x^2 - xy - y^2$
7	$z = x^3 + y^2 - 6xy - 39x + 18y + 20$

Задача №2. Найти прямоугольный параллелепипед наибольшего объема если его площадь полной поверхности равен заданной величине S .

Значение S в зависимости от варианта выбирается из следующей таблицы.

Номер варианта	Значение S
1	48
2	108
3	192
4	300
5	432
6	588
7	768

Критерий оценивания.

Задача №1 – 1.5 балла.

Задача №2 – 2 балла.

Итого 3.5 балла.

Самостоятельная работа №4. Решение задач на определение экстремалей функционалов

Задача №1. Найти кривую $x^0(t)$, проходящую через заданные точки x_0 и x_1 в моменты времени t_0 и t_1 , на которой достигает экстремума функционал вида

$$J = \int_{t_0}^{t_1} (x^2 + \tau^2 \dot{x}^2) dt.$$

Значения: x_0, x_1, t_0, t_1, τ в зависимости от варианта выбираются из следующей таблицы.

Номер варианта	x_0	x_1	t_0	t_1	τ
1	1	3	0	1	2
2	1	5	0	2	3
3	2	4	0	3	4
4	2	5	0	4	5
5	1	5	0	5	6
6	2	6	0	6	7
7	2	7	0	7	8

Задача №2. Найти экстремали функционала

$$J = \int_{t_0}^{t_1} (qx^2 + u^2) dt,$$

на связях

$$\dot{x} = ax + bu,$$

при граничных условиях

$$x(t_0) = x_0, x(t_1) = x_1.$$

Значения: $x_0, x_1, t_0, t_1, q, a, b$ в зависимости от варианта выбираются из следующей таблицы.

Номер варианта	x_0	x_1	t_0	t_1	q	a	b
1	1	3	0	1	2	3	2
2	1	5	0	2	3	2	3
3	2	4	0	3	4	2	4
4	2	5	0	4	5	4	2

5	1	5	0	5	6	2	5
6	2	6	0	6	7	5	2
7	2	7	0	7	8	3	5

Критерий оценивания.
 Задача №1 – 1.5 балла.
 Задача №2 – 2 балла.
 Итого 3.5 балла.

✓ **Совместная работа с преподавателем (СРСП):**

Для закрепления изученных тем лекционных и практических занятий предусмотрена совместная работа студента с преподавателем. Она проводится индивидуально с каждым студентом, в установленное время. Во время индивидуальных занятий проводятся консультации по углублению знаний студента, решаются типовые задачи, даются пояснения по дополнительным вопросам студента. Во время совместной работы с преподавателем даются консультации по выполнению заданий СРС, подготовки к рубежным контролям, в тестовой форме.

✓ **Практические занятия:**

По дисциплине «Системы оптимального управления» предусмотрены практические занятия. Во время выполнения практических заданий решаются практические примеры по исследованию функций и функционалов на условный и безусловный экстремумы. Студент должен выполнить, оформить и защитить 4 практических задания. Активность студента во время выполнения каждого практического задания оценивается в 3.5 балла. Оформление результатов практических заданий должно выполняться студентом индивидуально, в соответствии с требованиями ГОСТ и СТП. Оформленный отчет по каждому практическому заданию индивидуально защищается студентом.

✓ **Рубежный контроль:**

Для оценки уровня освоения материала по дисциплине «Системы оптимального управления» предусмотрено проведение рубежного контроля и аттестаций в тестовой форме. За триместр студент должен сдать 4 рубежных контроля и 2 аттестации. Максимальный балл за каждый рубежный контроль составляет 4 балла. Максимальный балл за каждую аттестацию составляет 15 баллов.

✓ **Экзамен:**

Итоговый экзамен охватывает и обобщает весь материал курса. Экзамен по дисциплине: «Системы оптимального управления» проводится в письменной форме. Каждое экзаменационное задание состоит из 3 задач, из различных разделов изучаемой дисциплины. Первая задача основная, она оценивается в 24 балла. Вторая задача оценивается в 10 баллов. Третья задача оценивается в 6 баллов. Итого, максимальный балл за сданный экзамен составляет 40 баллов. Продолжительность экзамена 2 академических часа. Дополнительные задания для повышения оценки в случае получения низкой оценки не выдаются. Пересдача экзамена недопустима.

9. Критерии оценивания работ:

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент	Баллы	Описание	Оценка по традиционной системе
Стандартные оценки				
A	4,0	95-100	Показывает самые высокие	«Отлично»

			стандарты знаний, превышающие объем преподаваемого курса	
A-	3,67	90-94	Соответствует самым высоким стандартам знаний	
B+	3,33	85-89	Очень хорошо и соответствует высоким стандартам знаний	«Хорошо»
B	3,0	80-84	Хорошо и соответствует большинству высоких стандартов знаний	
B-	2,67	75-79	Более, чем достаточные знания, приближающиеся к высоким стандартам	
C+	2,33	70-74	Достаточные знания, соответствующие общим стандартам	
C	2,0	65-69	Удовлетворяет и соответствует большинству общих стандартов знаний	
C-	1,67	60-64	Удовлетворяет, но по некоторым знаниям не соответствует стандартам	
D+	1,33	55-59	Минимально удовлетворяет, но по большому спектру знаний не соответствует стандартам	
D-	1,0	50-54	Минимально удовлетворительный проходной балл с сомнительным соответствием стандартам	
FX	0,5	25-49	Неудовлетворительные низкие показатели, требуется передача экзамена	«Неудовлетворительно»
F	0	0-24	Не пытался освоить дисциплину. Выставляется также при попытке студента получить оценку на экзамене обманом	
Вспомогательные оценки				
P (Pass)	-	50-100	Не учитывается при подсчете GPA	«Зачтено»
I (Incomplete)	0	не менее 25	Не учитывается при подсчете GPA. Студент, завершивший большую часть курса успешно, не завершивший итоговые контрольные мероприятия в силу уважительных обстоятельств – выставляется преподавателем с утверждением заведующего кафедрой	«Дисциплина не завершена»
NP (No Pass)	-	0-49	Не учитывается при подсчете GPA, но учитывается при допуске к итоговой аттестации	«Не зачтено» - то же, что F
W (Withdrawal)	-	-	Не учитывается при подсчете GPA. Студент добровольно снялся с дисциплины и ее не освоил. Студент, взявший академический отпуск или не посещающий занятия на систематической основе автоматически получает эту оценку	«Отказ от дисциплины»
AW	0	0	Учитывается при подсчете GPA	«Административное»

(Academic Withdrawal)			как «F». Оценка указывает, что студент снят с дисциплины преподавателем за систематические нарушения академического порядка и правил	снятие с дисциплины по академическим показателям» - то же что «F»
AU (Audit)	-	-	Не учитывается при подсчете GPA. Может быть выставлена без оценки как студенту, так и свободному слушателю	«Дисциплина прослушана»
IP (In Progress)	-	не менее 25	Не учитывается при подсчете GPA. Для дисциплин продолжительностью 2 академических периода. Выставляется в конце первого академического периода, если студент успешно освоил большую часть материала. Заменяется на стандартную оценку после завершения полного курса	«Освоение по плану»

10. Политика поздней сдачи работ:

По дисциплине «Системы оптимального управления», студент обучается по дистанционным технологиям в течение триместра (10 недель). Триместр условно разбит на четыре модуля по 2.5 недели. В течение модуля студент прослушивает лекционные и практические занятия. Каждая лекция завершается ответом на 5 тестовых вопросов. В случае правильной сдачи тестовых вопросов, студент допускается к прослушиванию следующей лекции. В конце каждого модуля студент обязан ответить на 10 тестовых вопросов и может набрать максимально 3 балла. В течение модуля студент выполняет индивидуальное задание и в конце каждого модуля сдает преподавателю на проверку. Преподаватель оценивает выполненное задание, максимально 3.5 балла. После второго и четвертого модуля студент проходит аттестацию в виде тестового задания состоящего из 30 тестовых вопросов. Каждая аттестация оценивается максимально в 15 баллов. Таким образом студент может максимально набрать 60 баллов

11. Политика посещения занятий:

Основной материал по изучаемой дисциплине: «Системы оптимального управления» дается во время лекционных и практических занятий в дистанционной форме обучения. По дисциплине «Системы оптимального управления» предусмотрено проведение 15 лекционных и 15 практических занятий. Полное усвоение материала самостоятельно, требует больших временных затрат и сопряжено с риском не полного понимания всех нюансов изучаемого раздела дисциплины и трудности выполнения заданий самостоятельных работ. Следовательно, пропуск занятия может повлиять на Вашу успеваемость и итоговую оценку. Студент допускается к итоговой аттестации, письменному экзамену, при наборе порогового балла (минимальный пороговый балл составляет 25 баллов) и при этом не пропустил по уважительным и не уважительным причинам не более 20% аудиторных занятий.

12. Политика академического поведения и этики:

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывания и списывания во время экзаменов, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, получит итоговую оценку «F». Проявление коррупции в любой форме недопустимо.