



Министерство науки и высшего образования Республики  
Казахстан

ВКТУ им.Д.Серикбаева

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан ШИТиИС:  
Кумаргажанова С.К.  
\_\_\_\_\_ 2022 г.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ  
МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**  
Рабочая учебная программа (силлабус)

Образовательная программа: 8D07101 Автоматизация и управление  
Код дисциплины: ESMPMM7203  
Количество кредитов: 5  
Цикл: БД  
Компонент: КВ

Усть-Каменогорск, 2022

	<b>ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА</b>		Стр. 2 из 14
	Система менеджмента качества	И-НАО "ВКТУ" 026-II-2021 Разработка и оформление рабочей учебной программы (силлабус) в НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева»	

Рабочая учебная программа (силлабус) разработана в школе «ШИТиИС» на основании Государственного общеобразовательного стандарта высшего образования, утв. Приказом Министра образования и науки РК от 31.10.2018г. №604, Правил организации учебного процесса по кредитной технологии (Приказ Министра образования и науки РК от 12.10.2018 г. №563), Образовательной программы, Рабочего учебного плана, Каталога элективных дисциплин.

Одобрено Комиссией по обеспечению качества

Председатель

Дата 29.08.2022 г. протокол №1

Жомартқызы Г.

Руководитель образовательной программы

Швец О.Я.  
8D07101

Разработал

Алонцева Д.Л.  
Профессор

	ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА		Стр. 3 из 14
	Система менеджмента качества	И-НАО "ВКТУ" 026-II-2021 Разработка и оформление рабочей учебной программы (силлабус) в НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева»	

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

### 1.1 Краткое описание дисциплины

Данный курс рассматривает основы экспериментально-статистических методов построения математических моделей. Автоматизация технологических процессов является важнейшей задачей производства, решить которую позволяет использование моделей и моделирования. Курс «Экспериментально-статистические методы построения математических моделей» позволяет студентам получить знания и представления об основах и методологии моделирования, о построении и применении моделей для управления технологическими процессами. Результатом изучения курса «Экспериментально-статистические методы построения математических моделей» должно стать усвоение студентами основных понятий и определений теории моделирования, классификаций моделей и видов моделирования и приобретение навыков статистической обработки результатов эксперимента и установления функциональных зависимостей измеряемых величин, а также анализа достоверности и оптимальности применяемых моделей.

### 1.2 Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины:

формирование у студентов основных представлений и знаний об экспериментально-статистических методах построения математических моделей и навыков статистической обработки результатов эксперимента и установления функциональных зависимостей измеряемых величин, а также анализа достоверности и оптимальности применяемых моделей.

Задачи изучения дисциплины:

В итоге изучения дисциплины студент должен:

- получить знания об основах и методологии моделирования, о применении экспериментально-статистических методов построения математических моделей для управления технологическими процессами;
- приобрести умения и навыки статистической обработки результатов эксперимента и установления функциональных зависимостей измеряемых величин, а также анализа достоверности и оптимальности применяемых моделей;
- уметь работать с технической документацией и необходимым программным обеспечением.

Предусмотренные программой «Экспериментально-статистические методы построения математических моделей» знания являются не только базовыми, но и ключевыми знаниями для самостоятельного проведения дальнейших исследований в области управления технологическими процессами.

### 1.3 Результаты обучения

Результаты обучения определяются на основе Дублинских дескрипторов соответствующего уровня образования и выражаются через компетенции.

Формируемые ключевые компетенции	Результаты обучения (единицы ключевых компетенций)	
	образовательной программы	дисциплины
	PO1 - Демонстрировать понимание сущности и значения информации, владение	- Обучающиеся должны знать:



Формируемые ключевые компетенции	Результаты обучения (единицы ключевых компетенций)	
	образовательной программы	дисциплины
специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности	основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации	- основные понятия и принципы построения математических моделей стохастических процессов с использованием экспериментально-статистических методов. Навыки: работа со специализированным программным обеспечением. Ключевые компетенции: - знание основных понятий и принципов моделирования, основных направлений применения экспериментально-статистических методов построения математических моделей;
КК5 - Способность работать над инновационными проектами, используя методы исследовательской деятельности, основанные на изучении научно-технической информации	PO5 - Выполнять расчеты, связанные с выбором значений параметров элементов, оптимизацию этих параметров и режимов работы с применением компьютерной техники	- умение работать со специализированным программным обеспечением, применяемым для математического моделирования и анализа достоверности и оптимальности моделей; - практические навыки применения экспериментально-статистических методов для построения математических моделей.

## 1.4 Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

### 1.4.1 Основные образовательные технологии

При проведении учебных занятий предусматривается использование следующих образовательных технологий:

- технология научно-исследовательской деятельности;
- проектное обучение;
- технологии учебно-исследовательской деятельности;
- коммуникативные технологии (дискуссия, пресс-конференция, мозговой штурм, учебные дебаты и другие активные формы и методы);
- информационно-коммуникационные (в том числе дистанционные образовательные) технологии.

### 1.4.2 Адаптивные образовательные технологии (инклюзивное обучение)

Для успешного освоения дисциплины при обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья могут применяться следующие адаптивные образовательные технологии:

- предоставление электронных учебных пособий и ссылки на интернет ресурсы;
- возможность сдачи заданий через портал СДО.

### 1.4.3 Инновационные образовательные технологии

	<b>ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА</b>		Стр. 5 из 14
	Система менеджмента качества	И-НАО "ВКТУ" 026-II-2021 Разработка и оформление рабочей учебной программы (силлабус) в НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева»	

При проведении учебных занятий предусматривается использование следующих форматов обучения:

#### ***Традиционное обучение***

При традиционной форме обучения обеспечивается:

- систематический характер обучения;
- упорядоченная, логически правильная подача учебного материала;
- организационная четкость;
- постоянное эмоциональное воздействие личности преподавателя;
- оптимальные затраты ресурсов при массовом обучении.

#### ***Дистанционное обучение***

При дистанционной форме обучения обеспечивается:

- систематический характер обучения;
- упорядоченная, логически правильная подача учебного материала;
- организационная четкость;
- обратная связь студента с преподавателем;
- оптимальные затраты ресурсов при массовом обучении

Формы организации дистанционного обучения:

1. Лекции (видеолекции, мультимедиа лекции, лекции-визуализации) с использованием таких основных программ, как BBB и ZOOM;
2. Практические занятия (практические занятия по решению задач, лабораторные работы) осуществляются также с использованием платформ BBB и ZOOM, а также с помощью использования системы дистанционного обучения (СДО);
3. Консультации с преподавателем (в режиме реального времени и в режиме распределенного времени);
4. Контроль качества знаний (рубежный и итоговый контроль, тестовый контроль, самоконтроль, взаимоконтроль).

### **1.5 Пререквизиты**

Высшая математика  
Теория автоматического управления

### **1.6 Постреквизиты**

Знания по данной дисциплине необходимы для выполнения квалификационной работы и прохождения научной стажировки.

### **1.7 Трудоемкость дисциплины**

Виды работ	часы
Лекции	30
Лабораторные работы	15
СРОП	75
СРО	30
Форма проведения итогового контроля	экзамен

	ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА		Стр. 6 из 14
	Система менеджмента качества	И-НАО "ВКТУ" 026-П-2021 Разработка и оформление рабочей учебной программы (силлабус) в НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева»	

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Тематический план

№	Наименование темы и ее содержание	Трудоемкость в часах	Ссылка на литературу
<b>Лекционные занятия</b>			
1	Моделирование: основные понятия и определения. Цели и принципы моделирования. Аксиомы теории моделирования.	2	[1-16]
2	Виды моделей и моделирования. Функции моделей. Факторы, влияющие на модель объекта.	2	[1-16]
3	Математическое моделирование: основные понятия и определения. Требования к математической модели. Структура математической модели.	2	[1-16]
4	Классификация математических моделей. Цели математического моделирования для технических объектов и технологических процессов. Примеры.	2	[1-16]
5	Технологии моделирования. Алгоритм построения аналитической модели. Примеры.	2	[1-16]
6	Алгоритм построения эмпирической модели. Примеры. Краткая характеристика основных этапов алгоритмов построения аналитических и эмпирических моделей.	2	[1-16]
7	Построение эмпирических регрессионных моделей: основные понятия, планирование эксперимента, выбор уровней факторов, полный факторный эксперимент, проведение эксперимента.	2	[1-16]
8	Регрессионные модели с одной входной переменной: основные понятия. Адекватность и точность регрессионных моделей. Виды регрессионных моделей с одной входной переменной.	2	[1-16]
9	Регрессионные модели с несколькими входными переменными. Многофакторная (множественная) линейная регрессия. Матричный подход к определению коэффициентов регрессии	2	[1-16]
10	Оценка адекватности и точности многофакторной линейной модели. Линейные регрессионные модели с несколькими входными переменными.	2	[1-16]
11	Нелинейные регрессионные модели с несколькими входными переменными. Шаговые методы построения регрессионных моделей	2	[1-16]
12	Интерпретация и оптимизация регрессионных моделей.	2	[1-16]
13	Статистическое моделирование и его техники. Статистическое моделирование в сравнении с математическим моделированием.	2	[1-16]
14	Программное обеспечение статистического моделирования. Статическое моделирование в сравнении с машинным обучением.	2	[1-16]



№	Наименование темы и ее содержание	Трудоемкость в часах	Ссылка на литературу
15	Математические модели стохастических процессов, полученные экспериментально-статистическими методами. Описание, исследуемого объекта в локальной области пространства переменных.	2	[1-16]
<b>ИТОГО</b>		<b>30</b>	
<b>Лабораторные занятия</b>			
1	Измерение физических (экспериментальных) величин и погрешности измерений. Определение функциональных зависимостей экспериментальных величин с использованием регрессионного анализа в Excel.	2	[1, 3]
2	Алгебраические действия над матрицами и определителями	1	[1, 17, 18]
3	Основные понятия и определения ТАУ. Определение закона оптимального управления по принципу максимума Понтрягина.	2	[17, 18]
4	Определение области устойчивости САУ по методу D – разбиения. Повторение основных понятий и определений ТАУ.	2	[17, 18]
5	Анализ динамической системы методом переменных состояния. Анализ моделей динамических звеньев в программе-симуляторе VisSim.	2	[17, 18]
6	Анализ оптимального решения линейной модели с использованием средства «Поиск решения Excel»	2	[1-4]
7	Анализ оптимального решения целочисленной линейной модели с использованием средства «Поиск решения Excel»	2	[1-4]
8	Анализ решения нелинейной модели с использованием средства «Поиск решения Excel».	2	[1-4]
<b>ИТОГО</b>		<b>15</b>	
<b>Самостоятельная работа обучающегося под руководством преподавателя (СРОП)</b>			
1	Что такое математическое моделирование? Этапы процесса моделирования.	5	[19-22]
2	Подгонка данных. Определение: описательный реализм. Визуальное представление данных, включая диаграммы рассеяния, пропорциональность. Визуальная подгонка линейных данных. Функции, которые вы должны знать с первого взгляда. Обсуждение аппроксимации функции вида $y = Cxk$ .	5	[19-22]
3	Зачем нужно отображать данные визуально? Экспоненциальный рост. Определения: рождаемость, смертность, темп роста, математическая модель, регрессия, метод наименьших квадратов. Регрессия и метод наименьших квадратов.	5	[19-22]
4	Примеры использования метода наименьших квадратов. Интерполяция против экстраполяции.	5	[19-22]



№	Наименование темы и ее содержание	Трудоемкость в часах	Ссылка на литературу
5	Введение в векторы и матрицы. Умножение матриц. Интерпретация матрицы перехода. Матрицы Лесли для моделирования изменения численности населения. Введение в вероятность.	5	[19-22]
6	Ошибки, присущие процессу моделирования. Определение: ошибка, дробная ошибка, ошибка в процентах.	5	[19-22]
7	Оценка математических моделей. Какая математическая модель будет хорошей? Определения: точность, описательный реализм, точность, надежность, общее, плодотворность. Примеры зачисления в колледж. Преимущества неточности: проблема коммивояжера.	5	[19-22]
8	Положительная и отрицательная корреляция. Типы причинно-следственной связи: простая, обратная, взаимная причинность, смешивающая переменная, совпадение. Корреляция - это не причинная связь. Расчеты.	5	[19-22]
9	Линейная оптимизация. Линейные программы. Графическая интерпретация. Решаем графически. Использование Excel для оптимизации модели.	5	[19-22]
10	Распределение ресурсов. Дополнительные примеры линейного программирования. Целочисленное программирование.	5	[19-22]
11	Анализ чувствительности в линейной оптимизации. Групповая работа по анализу чувствительности. Вопросы и ответы.	5	[19-22]
12	Имитационное моделирование. Имитационные модели. Моделирование Монте-Карло. Использование Excel для моделирования. Моделирование методом Монте-Карло для расчета площади. Моделирование очередей. Сбор, построение и визуализация данных.	5	[19-22]
13	Моделирование массового обслуживания. Примеры. Сбор данных. Проведение множественных испытаний. Сбор и отображение данных, зависящих от времени.	5	[19-22]
14	Основная вероятность. Детерминированный подход против вероятностного. Независимые события. Определение вероятности событий. Компонентная надежность.	5	[19-22]
15	Определение вероятностей. Цепи Маркова. Источники ошибок.	5	[19-22]
<b>ИТОГО</b>		<b>75</b>	

## 2.2 Задания для самостоятельной работы обучающегося (СРО)



Тема	Содержание задания	Форма контроля	Срок сдачи, неделя	Трудоемкость в часах	Ссылка на литературу
Современное программное обеспечение для моделирования технологических процессов и управления ими	На основе обзора современной (за последние 7 лет) исследовательской литературы в области Вашего исследования (с предоставлением выполненного Вами обзора и библиографического списка) выделить основное ПО, применяемое для решения задач моделирования и дать его краткую характеристику (название, производитель, решаемые задачи, основные достоинства).	Реферат	7	15	Современное программное обеспечение для моделирования технологических процессов и управления ими
Применение экспериментально-статистических методов для построения модели в вашем исследовании	Описать основную идею (гипотезу), объект и предмет диссертационного исследования. Проанализировать, как можно применить экспериментально-статистические методы для построения модели в вашем исследовании, описать кратко вид модели и моделируемые процессы, указать какое программное обеспечение можно для этого	Реферат	14	15	Применение экспериментально-статистических методов для построения модели в вашем исследовании

	<b>ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА</b>		Стр. 10 из 14
	Система менеджмента качества	И-НАО "ВКТУ" 026-II-2021 Разработка и оформление рабочей учебной программы (силлабус) в НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева»	

Тема	Содержание задания	Форма контроля	Срок сдачи, неделя	Трудоемкость в часах	Ссылка на литературу
	использовать и почему.				
<b>ИТОГО</b>				<b>30</b>	

### 2.3 График сдачи заданий по дисциплине

Вид задания	Академический период обучения, неделя									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Знание										
Реферат					+				+	
Понимание										
Отчет по лабораторным работам				+				+		
Применение										
Отчет по лабораторным работам				+				+		
Анализ										
Реферат					+				+	

### 3 ОЦЕНКА ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Преподаватель проводит все виды текущего контроля и выводит соответствующую оценку текущей успеваемости обучающихся два раза в академический период (семестр, триместр, квартал). По результатам текущего контроля формируется рейтинг 1 и 2. При этом учебные достижения обучающегося оцениваются путем накопления баллов по отдельным видам заданий от 0 до 100. Оценка работы обучающегося в академическом периоде осуществляется преподавателем в соответствии с графиком сдачи заданий по дисциплине. Система контроля может сочетать письменные и устные, групповые и индивидуальные формы.

Период	Вид задания	Количество баллов (max)	Итого
1-й рубежный контроль	Современное программное обеспечение для моделирования технологических процессов и управления ими (реферат). Отчет по лабораторным работам.	100	0-100
2-й рубежный контроль	Применение экспериментально-статистических методов для построения модели в вашем исследовании (реферат). Отчет по лабораторным работам.	100	0-100
Итоговый контроль	экзамен		0-100

	<b>ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА</b>		Стр. 11 из 14
	Система менеджмента качества	И-НАО "ВКТУ" 026-II-2021 Разработка и оформление рабочей учебной программы (силлабус) в НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева»	

Итоговая оценка знаний обучающего по дисциплине осуществляется по 100 балльной системе и включает:

- 40% результата, полученного на экзамене;
- 60% результатов текущей успеваемости.

Формула подсчета итоговой оценки:

$$И = 0,6 \frac{P_1 + P_2}{2} + 0,4Э \quad (1)$$

где, P1, P2 – цифровые эквиваленты оценок первого, второго рейтингов соответственно; Э – цифровой эквивалент оценки на экзамене.

Итоговая буквенная оценка и ее цифровой эквивалент в баллах:

**Балльно-рейтинговая буквенная система оценки учета учебных достижений, обучающихся с переводом их в традиционную шкалу оценок и ECTS (иситиэс)**

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент	Баллы (%-ное содержание)	Оценка по традиционной системе	Критерий
A	4.0	95-100	Отлично	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
A-	3.67	90-94		
B+	3.33	85-89	Хорошо	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
B	3.0	80-84		
B-	2.67	75-79		
C+	2.33	70-74		
C	2.0	65-69	Удовлетворительно	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным
C-	1.67	60-64		
D+	1.33	55-59		
D	1.0	50-54		



Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент	Баллы (%-ное содержание)	Оценка по традиционной системе	Критерий
				материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки
FX	0.5	25-49	Неудовлетворительно	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий.
F	0	0-24		

#### 4 ПОЛИТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающийся обязан:

- выполнять обязательные требования соответствующей образовательной программы, индивидуального плана, посещать учебные занятия и выполнять в установленные сроки все виды заданий, предусмотренных учебным планом и программами учебных дисциплин;
- выполнять требования нормативных актов в сфере образования, регулирующих учебный, научный процессы, их организацию и проведение, Устава университета, настоящих Правил, других локальных нормативных актов Университета;
- проходить промежуточную и итоговую аттестацию знаний в установленный срок в соответствии с учебными планами и программами, Уставом университета и иными нормативными актами Университета;
- эффективно использовать предоставленные Университетом технические средства, экономно и рационально расходовать материалы, энергию и другие материальные ресурсы Университета, принимать меры к обеспечению сохранности этого имущества. В случае причинения Университету материального ущерба обучающиеся обязаны возместить его в соответствии с гражданским законодательством;
  - быть дисциплинированными, соблюдать чистоту и порядок в Университете;
  - соблюдать этику поведения;
  - соблюдать правила техники безопасности, пожарной безопасности.

За нарушение студентом обязанностей, предусмотренных законодательством Республики Казахстан, настоящими Правилами и иными локальными нормативными актами Университета, к студенту могут быть применены следующие дисциплинарные взыскания: замечание; выговор; отчисление из Университета;

На территории Университета запрещается:

- поведение, затрудняющее нормальную работу соответствующего подразделения;

	<b>ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА</b>		Стр. 13 из 14
	Система менеджмента качества	И-НАО "ВКТУ" 026-II-2021 Разработка и оформление рабочей учебной программы (силлабус) в НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева»	

- курение табака вне мест, специально отведенных и оборудованных для этого;
- употребление спиртных напитков, включая слабоалкогольные;
- хранение, употребление и распространение средств токсического и наркотического опьянения, а также их прекурсоров (перечень которых определяется законодательством Республики Казахстан);
- азартные игры;
- появление в нетрезвом виде, состоянии наркотического или токсического опьянения;
- появление с животными;
- хранение, распространение и использование взрывчатых веществ и пиротехнических средств;
- пребывание в верхней одежде и головных уборах, а также прием пищи в учебных аудиториях во время проведения занятий.

## 5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### 5.1 Основная литература

1. D. C. Montgomery, G. C. Runger and N. R. Hubele, "Engineering Statistics", 2nd Edn., John Wiley and Sons Inc, Hoboken, USA, 2001-342 p.
2. Аюпов, В.В. Математическое моделирование технических систем: учебное пособие/В.В.Аюпов; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образования «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. – 242 с.
3. Штерензон В. А. Моделирование технологических процессов: конспект лекций / В.А. Штерензон. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2010. 66 с.
4. Алонцева Д.Л. Организация и планирование научных исследований: Методические указания к практическим занятиям для магистрантов специальности «Автоматизация и управление» и «Приборостроение»/Д.Л. Алонцева, В.А. Плотников - ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, 2012.- 36 стр.
5. Пономарев В.Б. Математическое моделирование технологических процессов: курс лекций / В.Б. Пономарев, А.Б. Лошкарев. Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2006. 129 с.
6. Костин В.Н., Тишина Н.А. Статистические методы и модели: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 138 с.
7. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ: перевод с английского / Н. Дрейпер, Г. Смит. 3-е изд. Москва: Вильямс, 2007. 912 с.
8. Кузьмин В. В. Математическое моделирование технологических процессов сборки и механической обработки изделий машиностроения: учебник для вузов / В. В. Кузьмин [и др.]. Москва: Высшая школа, 2008. 279 с.
9. Ашихмин В. Н. Введение в математическое моделирование: учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]; под ред. П. В. Трусова. Москва: ЛОГОС, 2005. 440 с.
10. Советов Б. Я. Моделирование систем: учебник для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. 3-е изд., перераб и доп. Москва: Высшая школа, 2001. 343 с.
11. Дьяконов В. П. Новые информационные технологии: учебное пособие / В. П. Дьяконов [и др.]; под ред. В. П. Дьяконова. Москва: СОЛОН Пресс, 2005. 640 с.
12. Саблина Н. Г. Информационные технологии: конспект лекций: в 2 частях / Н. Г. Саблина, Г. М. Черногородова. Екатеринбург: Изд-во УГТУ – УПИ, 2001. Ч. 2. 119 с.

	<b>ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА</b>		Стр. 14 из 14
	Система менеджмента качества	И-НАО "ВКТУ" 026-II-2021 Разработка и оформление рабочей учебной программы (силлабус) в НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева»	

13. Дулов В. Г. Математическое моделирование в современном естествознании: учебное пособие / В. Г. Дулов, В. А. Цибаров; под ред. В. Г. Дулова. Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2001. 244 с.
14. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике: учебник для вузов / В. С. Зарубин [и др.]; под ред. В. С. Зарубина. Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. 496 с.
15. Спирин Н. А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: учебное пособие / Н. А. Спирин [и др.]; под ред. Н. А. Спирина; ГОУ ВПО УГТУ – УПИ. Екатеринбург, 2003. 260 с.
16. Рогов В. А. Методика и практика технических экспериментов: учебное пособие / В. А. Рогов. Москва: Академия, 2005. 288 с.

## 5.2 Дополнительная литература

17. Алонцева Д.Л. Теория линейных систем автоматического управления: учебное пособие /Д.Л. Алонцева, А.Л. Красавин, Э. Т. Құсайын-Мұрат. Усть-Каменогорск: ВКТУ им Д. Серикбаева, 2020.-136 с.
18. Алонцева Д.Л. Теория автоматического управления. Линейные системы автоматического управления: учебное пособие/ Д.Л. Алонцева, А.Л. Красавин, Э. Т. Құсайын-Мұрат. Усть-Каменогорск: ВКТУ им Д. Серикбаева, 2021.-112 с.
19. Bellomo N., De Angelis E., Delitala M Lecture Notes on Mathematical Modelling from Applied Sciences to Complex Systems. Vol. 8 – 2010, Published by: SIMAI Politecnico Torino, Roma, Italy,171 p.
20. Barbarossa M. Basics of Mathematical Modeling from the Lecture Notes of Prof. C. Kuttler, May 11, 2010, 20 p.
21. Rumbos A. J. Mathematical Modeling. Preliminary Lecture Notes, Draft date March 23, 2012, 67 p.
22. Hanusa Ch. Mathematical Models. Lecture notes, Spring 2010  
<http://people.qc.cuny.edu/faculty/christopher.hanusa/courses/Pages/245sp10/notes.html>