

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям



О.Г.Прохоренко

«05» июля 2023 г.

Регистрационный № УД – 12591/уч.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 03 06 Экономическая кибернетика (по направлениям)

Направление специальности:

**1-31 03 06-01 Экономическая кибернетика (математические методы
и компьютерное моделирование в экономике)**

2023 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 06 -2021 и учебных планов № G31-1-033/уч от 30.06.2021, №G31-1-215/уч от 22.03.2022.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.И. Малюгин, заведующий кафедрой математического моделирования и анализа данных Белорусского государственного университета, доктор экономических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Л.А. Сошникова, профессор кафедры статистики УО «Белорусский государственный экономический университет», доктор экономических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математического моделирования и анализа данных факультета прикладной математики и информатики БГУ (протокол № 11 от 25 мая 2023 г.)

Учебно-методической комиссией факультета прикладной математики и информатики БГУ (протокол № 9 от 29 июня 2023 г.)

Заведующий кафедрой _____



В.И.Малюгин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Важнейшим условием успешного функционирования и развития, как отдельных производителей, так и экономики в целом является выпуск конкурентной продукции. В основе конкурентоспособности лежит высокое качество товаров и услуг. Современные технологии управления качеством основываются на концепции *всеобщего управления качеством (Total Quality Management – TQM)* и системах менеджмента качества, одним из основных элементов которых в соответствии с международными стандартами ISO является применение *статистических методов управления качеством (Statistical Quality Control – SQC)*.

Учебная дисциплина «Статистические методы управления качеством» для специальности 1-31 03 06 Экономическая кибернетика (по направлениям) предполагает изучение статистических методов и моделей, предназначенных для решения задач статистического управления качеством продукции (товаров и услуг) на различных этапах производства, включая: анализ состояния технологических процессов, регулирование технологическими процессами в процессе производства продукции, приемочного контроля качества готовой продукции на основе статистического выборочного контроля качества продукции. Особое внимание в курсе уделяется применению статистических методов управления качеством в разработке программных продуктов.

Теоретический курс поддерживается лабораторным компьютерным практикумом. Индивидуальные компьютерные задания практикума, позволяют студентам применить на практике теоретические знания и получить навыки решения типовых задач статистического управления качеством с помощью универсальных статистических пакетов SPSS Statistics, STATISTICA, и языков программирования R или Python.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цели дисциплины «Статистические методы управления качеством»:

- освоение студентами теоретических основ статистического управления качеством;
- формирование навыков их практического применения статистического управления качеством для решения практических задач с помощью статистического программного обеспечения и языков программирования.

Задачи дисциплины «Статистические методы управления качеством»:

- изучение теоретических основ статистического управления качеством, включая: методы оценки качества и анализа дефектности; методы анализа состояния технологических процессов (ТП); методы статистического регулирования ТП на основе контрольных карт; методы статистического

приемочного контроля качества готовой продукции; методы оценки и анализа затрат на качество.

- приобретение практических навыков решения задач статистического управления качеством на этапе производства продукции;
- приобретение навыков программирования алгоритмов статистического управления качеством на языке R.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Статистические методы управления качеством» относится к **дисциплинам специализации** компонента учреждения образования.

Связи с другими учебными дисциплинами.

Учебная дисциплина «Статистические методы управления качеством», основываясь на теоретических положениях, моделях и методах учебных дисциплин «Теория вероятностей и математическая статистика», «Статистический анализ данных», обобщает и развивает их применительно к задачам оценки качества и анализа дефектности продукции, а также статистического анализа и управления технологическими процессами.

Знания, полученные в рамках данной дисциплины, будут использованы при изучении дисциплины «Эконометрика» специальности 1-31 03 06 Экономическая кибернетика (по направлениям), направленной на углубленную подготовку специалистов в области анализа экономических данных. Рассматриваемые в учебной дисциплине задачи управления качеством позволяют продемонстрировать возможности широкого применения статистических моделей и методов в важной прикладной области.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Статистические методы управления качеством» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

универсальные компетенции:

УК-1. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

УК-2. Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий;

УК-3. Осуществлять коммуникации на иностранном языке для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;

УК-4. Работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные, культурные и иные различия;

УК-5. Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности;

УК-6. Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;

УК-11. Анализировать социально-значимые явления, события и процессы, использовать социологическую и экономическую информацию, проявлять предпринимательскую инициативу.

базовые профессиональные компетенции:

БПК-2. Строить, анализировать и тестировать алгоритмы и программы решения типовых задач обработки информации с использованием объектно-ориентированного и иных парадигм программирования.

БПК-3. Строить вероятностные модели в прикладных задачах, вычислять вероятности сложных случайных событий и исследовать важнейшие характеристики случайных величин, использовать методы математической статистики для решения задач оценивания параметров и проверки гипотез, применять методы анализа основных моделей случайных процессов.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

– принципы организации систем менеджмента качества на предприятии, реализующих концепцию TQM и основанных на международных стандартах ISO;

– методы оценки качества и анализа дефектности продукции,

– методы статистического анализа точности и стабильности технологических процессов (ТП),

– методы статистического регулирования ТП на основе контрольных карт,

– методы статистического приемочного контроля качества (СПК),

– основы технологии программирования алгоритмов SQC на R.

уметь:

– осуществлять оценку качества и анализ причин дефектности;

– проводить статистический анализ состояния ТП;

– разрабатывать и применять контрольные карты для статистического регулирования ТП по альтернативному и количественным признакам;

– строить и применять планы СПК готовой продукции;

– разрабатывать и программировать алгоритмы статистического управления качеством на языке R.

-владеть

- методами решения основных задач статистического управления качеством продукции и анализа состояния технологических процессов;

- навыками по работе с данными и решения типовых задач статистического управления качеством;

- навыками применения современных ППП для решения задач статистического управления качеством;

- основами технологии программирования алгоритмов SQC на R.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Статистические методы управления качеством» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 108 часов, в том числе 68 аудиторных часов, из них: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Международный опыт развития и применения методов статистического управления качеством. Методы менеджмента качества (TQM) и методы статистического управления качеством (SQC): история становления и основные подходы.

Тема 2. Модели и методы статистического управления качеством. Модели наблюдений в задачах статистического управления качеством. Оценивание вероятностных характеристик и проверка гипотез в задачах статистического управления качеством. Классификация задач и методов статистического управления качеством.

Тема 3. Методы оценки качества и анализа дефектности Методы предварительной обработки результатов контроля. Анализ дефектности. Частотный и стоимостный анализ дефектности на основе диаграммы Парето. Анализ однородности продукции по показателям качества. Исследование зависимостей показателей качества от производственных факторов. Анализ однородности продукции по показателям качества. Расслоение выборки с помощью алгоритмов дискриминантного и кластерного анализа.

Тема 4. Методы статистического анализа точности и стабильности технологических процессов (ТП)

Задачи статистического анализа состояния ТП. Понятие статистически управляемого ТП. Анализ точности и стабильности ТП по распределению и параметрам количественного признака на основе методов статистической проверки гипотез. Анализ точности и стабильности ТП по уровню дефектности для качественного признака. Анализ состояния ТП на основе коэффициентов точности и стабильности, а также индексов воспроизводимости

Тема 5. Методы статистического регулирования ТП на основе контрольных карт

Принципы статистического регулирования ТП на основе контрольных карт. Контрольные карты Шухарта. Контрольные карты по количественному признаку. Контрольные карты по альтернативному признаку. Контрольные карты типа «3-сигма». Контрольные карты для многомерных признаков.

Тема 6. Методы статистического приемочного контроля качества (СПК)

Основные понятия и определения СПК. Системы построения планов СПК. Построение планов СПК на основе оперативной характеристики. Анализ планов СПК на основе среднего выходного уровня дефектности. Оценка и экономическое обоснование затрат на качество.

Тема 7. Задачи и методы улучшения качества программного обеспечения (Quality Assurance) на основе статистических методов и моделей

Понятие улучшения качества на основе количественных оценок и моделей. Общая характеристика цикла обратной связи и всех видов деятельности,

связанных с улучшением качества на основе количественных оценок и моделей. Модели качества и измерения (метрики качества). Задачи улучшения качества на основе количественных оценок и моделей дефектности включая: анализ дефектности; оценка и идентификация причин риска дефектности, обеспечение надежности программного обеспечения.

Тема 8. Применение статистических методов и алгоритмов машинного обучения в разработке программного обеспечения. Многофакторные регрессионные модели. Статистических алгоритмов для выбора информативных признаков. Использование метода главных компонент (МГК). Алгоритмы классификации на основе деревьев решений и нейронных сетей.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением
дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

№ п/п	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практ. и сем. занятия	Лаб. занятия	Иное		
1.	Международный опыт развития и применения методов статистического управления качеством.	4					Собеседование
2.	Модели и методы статистического управления качеством.	4		4			Устный опрос
3.	Методы оценки качества и анализа дефектности	4		4			Отчет по компьютерному тестовому заданию
4.	Методы статистического анализа точности и стабильности технологических процессов (ТП)	4		2			Устный опрос
5.	Методы статистического регулирования ТП на основе контрольных карт	6		6			Отчет по компьютерному тестовому заданию
6.	Методы статистического приемочного контроля качества (СПК)	4		6			Отчет по компьютерному тестовому заданию
7.	Задачи и методы улучшение качества программного обеспечения (Quality Assurance) на основе статистических методов и моделей	4		4		2	Устный опрос
8.	Применение статистических методов и алгоритмов машинного обучения в разработке программного обеспечения	4		4		2	Устный опрос
ИТОГО		34		30		4	зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Малюгин, В.И. Статистические методы управления качеством. Электронный конспект лекций. – Минск: БГУ, 2022. – 96 с. Режим доступа: <https://edufpmi.bsu.by/course/view.php?id=308>
2. Харин, Ю.С., Малюгин В.И., Абрамович М.С. Математические и компьютерные основы статистического моделирования анализа данных. Минск: БГУ, 2008, 455 с.
3. Montgomery, D.C. Introduction to Statistical Quality Control. Sixth Edition. Arizona State University. John Wiley & Sons, Inc., 2012. – 735 p.
4. Santos-Fernández, E. Multivariate Statistical Quality Control Using R. Springer Briefs in Statistics, 2013. – 119 p.
5. Tian, J. Software Quality Engineering: Testing, Quality Assurance, and Quantifiable Improvement. Wiley-IEEE Computer Society Press, 2005.–440 p.

Перечень дополнительной литературы

6. Бородачёв С.М. Статистические методы в управлении качеством: учебное пособие. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 87 с.
7. Гинис Л.А. Статистические методы контроля и управления качеством. Прикладные программные средства: учебное пособие Южный федеральный университет, 2017. – 82 с.
8. Statistical Quality Control (SQC) using "R". Электронный ресурс: <http://rohithdankar.github.io/Statistical-Quality-Control-SQC-using-R->
9. An R package for quality control charting and statistical process control Электронный ресурс. Режим доступа: <https://cran.r-project.org/web/packages/qcc/qcc.pdf>

Информационно-методическое обеспечение дисциплины доступно студентам в виде онлайн-курса на образовательном портале <https://edufpmi.bsu.by/course/view.php?id=308>

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

На лекционных занятиях по дисциплине «Статистические методы управления качеством» рекомендуется особое внимание обращать внимание на установлении связей между теоретическими темами курса и использованием, изучаемых методов и алгоритмов для решения практических задач статистического управления качеством на различных этапах жизненного цикла продукции.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

- устная форма: собеседования, устные опросы по текущим темам;
- устно-письменная форма: отчеты по компьютерным тестовым заданиям;

Письменные отчеты загружаются для проверки в специально организованный онлайн-курс на портале <https://edufpmi.bsu.by/course/view.php?id=308>

Отметка текущей успеваемости рассчитывается на основе отметок по 3 контрольным точкам (3 тестовым заданиям) с пропорциональными весами.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Статистические методы управления качеством» учебным планом предусмотрен **зачет**.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Управляемая самостоятельная работа (УСР) студентов – это самостоятельная работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, а также контролируемая преподавателем на определенном этапе обучения. Целью УСР является целенаправленное обучение студентов основным навыкам и умению индивидуальной самостоятельной работы.

На освоение учебного материала в рамках УСР для дисциплины «Статистические методы управления качеством» отводится 4 аудиторных часа по двум следующим темам в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Тема 7. Задачи и методы улучшения качества программного обеспечения (Quality Assurance) на основе статистических методов и моделей (2ч.)

Перечень вопросов для углубленного самостоятельного изучения:

- понятие улучшения качества (Quality Assurance) на основе количественных оценок и моделей;
- модели и метрики качества;
- задачи улучшения качества на основе количественных оценок и моделей дефектности.

Форма контроля – устный опрос.

Тема 8. Применение статистических методов и алгоритмов машинного обучения в разработке программного обеспечения (2ч.)

Перечень вопросов для углубленного самостоятельного изучения:

- примеры использования статистических методов и алгоритмов машинного обучения в разработке программного обеспечения;
- примеры использования МГК в задачах улучшения качества с использованием регрессионного анализа и алгоритмов статистической классификации.

Форма контроля – устный опрос.

Примерная тематика лабораторных занятий

1. Предварительный статистический анализ уровня дефектности.
2. Анализ точности и стабильности технологических процессов.
3. Статистическое регулирование технологических процессов на основе контрольных карт.
4. Статистический приемочный контроль качества.
5. Статистические методы в разработке программного обеспечения.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются практико-ориентированные подходы.

Практико-ориентированный подход предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использование процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Студенты самостоятельно выполняют следующую работу:

- осуществляют углубленное изучение моделей и методов анализа данных по избранным темам с использованием рекомендуемой литературы;
- выполняют задания лабораторного практикума в полном объеме с использованием различных статистических пакетов;

– готовят отчет с результатами проведенных исследований в соответствии с установленными требованиями;

– работают над устранением недостатков в отчетах.

Наиболее интересные результаты представляются на заседаниях студенческого научного кружка и СНИЛ по компьютерному анализу и моделированию данных, а также на студенческих научных конференциях.

Условия для самостоятельной работы студентов, в частности, для развития навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса, обеспечиваются наличием и полной доступностью электронных (и бумажных) курсов лекций, учебно-методических материалов по основным темам дисциплины, компьютерных тестовых заданий и данных для их выполнения на портале <https://edufpmi.bsu.by/course/view.php?id=308>

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Понятие качества и управления качеством. Мотивация качества в условиях современной экономики.
2. Понятие статистического управления качеством (SQC). Цели и задачи SQC.
3. Штучная и нештучная продукция. Понятие единицы продукции.
4. Понятие уровня дефектности для штучной и нештучной продукции.
5. Вероятностные модели наблюдений в задачах статистического управления качеством по альтернативному признаку.
6. Вероятностные модели наблюдений в задачах статистического управления качеством по количественным признакам.
7. Уровень дефектности при управлении качеством по количественному признаку.
8. Уровень дефектности в случае нормального распределения контролируемого признака.
9. Общие принципы управления качеством в терминах теории статистической проверки гипотез.
10. Понятие налаженного и разлаженного технологического процесса (ТП).
11. Факторы, приводящие к разладкам ТП.
12. Понятие статистически управляемого ТП: свойства точности и стабильности.
13. Основные подходы к анализу точности и стабильности ТП.
14. Анализ точности ТП по распределению количественного контролируемого признака.
15. Анализ точности ТП по среднему значению при известной дисперсии. Зависимость объема выборки от риска поставщика и потребителя.
16. Анализ точности и стабильности ТП по среднему значению при неизвестной дисперсии. Проверка гипотез о значении дисперсии.

17. Анализ точности ТП по уровню дефектности. Зависимость между объемом выборки и риском поставщика и потребителя.
18. Анализ состояния ТП на основе показателей точности и стабильности.
19. Общие принципы статистического регулирования ТП на основе контрольных карт.
20. Основные задачи, решаемые на этапе внедрения методов статистического регулирования ТП.
21. Средние длины серий (СДС) для налаженного и разлаженного ТП, их связь с рисками поставщика и потребителя.
22. Контрольная карта средних арифметических значений (\bar{x} – карта).
23. Контрольная карта среднеквадратических отклонений (s – карта).
24. Контрольные карты по альтернативному признаку (np – карта).
25. Контрольные карты по альтернативному признаку (p – карта).
26. Общие принципы приемочного контроля качества.
27. Понятие плана статистического приемочного контроля (СПК), типы планов СПК.
28. Приемочный и браковочный уровни дефектности и их использование при построении планов СПК.
29. Оперативная характеристика плана СПК и ее свойства.
30. Задачи СПК одиночных партий.
31. Задачи СПК последовательных партий.
32. Условия применения одноступенчатых и двухступенчатых планов СПК.
33. Понятие выходного уровня дефектности.
34. Принципы анализа планов СПК на основе выходного уровня дефектности.
35. Экономическое обоснование планов СПК.
36. Методы улучшения качества программного обеспечения на основе статистических моделей и методов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Статистический анализ данных	Кафедра математического моделирования и анализа данных	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол № 11 от 25 мая 2023 г.)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры математического моделирования и анализа данных (протокол № ____ от _____ 202_ г.).

Заведующий кафедрой
доктор эконом. наук, доцент
(ученая степень, звание)

(подпись)

В.И. Малюгин
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
канд. физ.-мат. наук, доцент
(ученая степень, звание)

(подпись)

Ю.Л. Орлович
(И.О. Фамилия)