

МАТЕМАТИКА . ИНФОРМАТИКА

DOI: 10.24412/2077-8481-2025-3-119-132

УДК 004.67

М. С. ТЕРЕХОВА

В. А. ДАРЕВСКАЯ

А. И. ЯКИМОВ, д-р техн. наук, доц.

Белорусско-Российский университет (Могилев, Беларусь)

СМЕШАННОЕ ОБУЧЕНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Аннотация

Представлено описание смешанного обучения. Выделены наиболее распространенные модели: ротация, перевёрнутый класс, индивидуальный план и гибкая модель. Отмечены основные принципы концепции смешанного обучения. Для изучения статистических методов анализа данных принята модель A La Carte, сочетающая традиционное обучение с преподавателем, практические занятия и дополнительное обучение с использованием онлайн-курсов на образовательной платформе Stepik. Предложена методика исследования смешанного обучения на основе разработанных R-скриптов. Дополнительно проведен анализ эффективности смешанного обучения, который показывает, что модель A La Carte способствует повышению вовлеченности большой группы обучаемых в образовательный процесс.

Ключевые слова:

смешанное обучение, статистические методы анализа данных, язык программирования R, платформа Stepik.

Для цитирования:

Терехова, М. С. Смешанное обучение при изучении статистических методов анализа данных / М. С. Терехова, В. А. Даревская, А. И. Якимов // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2025. – № 3 (88). – С. 119–132.

Введение

Цифровые технологии и ресурсы, такие как сеть Интернет, электронные учебные пособия, репозитории и образовательные платформы, а также машинное обучение и искусственный интеллект [1] занимают важное место в эффективной организации учебного процесса в вузе [2]. Преподаватели могут использовать эти инструменты для создания интерактивных уроков, что не только улучшает вовлеченность студентов, но и повышает их мотивацию к

обучению. Смешанное обучение (Blended Learning) представляет собой одну из самых перспективных образовательных концепций, в рамках которой студенты получают знания как в онлайн-формате, так и в традиционном очном взаимодействии с преподавателями.

Преимущества смешанного обучения проявляются в возможности сочетания асинхронной интернет-коммуникации с традиционным обучением, что позволяет студентам получать как независимый, так и совместный учебный

опыт. Данные подходы способствуют улучшению отношения студентов к обучению и повышению качества коммуникации между всеми участниками образовательного процесса [2, 3].

Концепция смешанного обучения стремительно набирает популярность в последние годы. Ряд существующих моделей смешанного обучения насчитывает около сорока видов, наиболее распространенными из которых являются следующие.

1. Ротация: группа студентов разделяется на подгруппы, каждая из которых обучается отлично от других (онлайн или очно). Состав групп постоянно меняется и студенты мигрируют из одной подгруппы в другую, благодаря чему каждый из студентов имеет возможность испытать различные виды обучения.

2. Перевернутый класс: студенты работают в аудитории непосредственно над практическими навыками, а новый материал предлагается к самостоятельному изучению.

3. Индивидуальный план: для каждого студента или группы студентов разрабатывается персонализированный учебный план, в котором учитываются персональные качества, цели и интересы студентов.

4. Гибкая модель смешанного обучения: студенты самостоятельно разрабатывают собственные графики обучения с учетом комфортной скорости обучения и интересующих тем и исходя из личных целей и потребностей [3].

Основными принципами концепции смешанного обучения являются следующие:

1) последовательность: необходимо, чтобы в первую очередь студент имел возможность ознакомиться с материалом самостоятельно, затем получить теоретические знания от преподавателя и, наконец, применить полученные знания на практике;

2) наглядность: современные инструменты электронного обучения позволяют создать базу знаний, находя-

щуюся в свободном доступе для студента и совмещающую различные типы контента для подачи материала;

3) практическое применение: практические занятия необходимы для закрепления теоретических знаний;

4) непрерывность: учебный материал должен быть доступен студенту в любой момент времени;

5) поддержка: для успешного усвоения материала студенту необходимы консультации преподавателя.

Некоторые исследования показывают, что смешанное обучение более эффективно, чем традиционное или онлайн-обучение, в то время как другие не находят значительных различий [4]. Исходя из полученных результатов [5], можно сделать вывод, что смешанное обучение – действительно перспективное направление развития современных технологий обучения. Однако необходимы углубленный анализ факторов воздействия смешанного обучения на образовательный процесс и внедрение широкого спектра информационных технологий в эту сферу.

Была принята модель смешанного обучения A La Carte [6], сочетающая традиционное обучение с преподавателем, практические занятия и дополнительное обучение с использованием онлайн-курсов (рис. 1).

В модели A La Carte (см. рис. 1) основными компонентами являются: *S* – студент, *T* – преподаватель, *R* – язык программирования, *C* – онлайн-курсы.

Цель работы – анализ эффективности применения модели смешанного обучения A La Carte [6]. В рамках проводимого исследования будет рассмотрено, как данная модель влияет на вовлеченность студентов в учебный процесс. Будут проанализированы практические аспекты использования такой модели, а также выявлены ее сильные и слабые стороны, что позволит сделать выводы о ее целесообразности и эффективности в современных образовательных условиях [7].

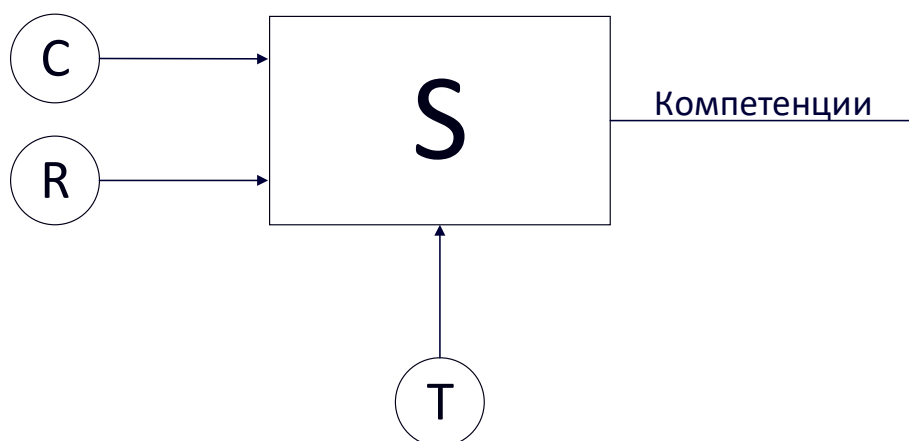


Рис. 1. Модель смешанного обучения

Материалы и методы

Одним из современных инструментов для организации смешанного обучения являются онлайн-курсы. Такой вид обучения предлагает дополнительное онлайн-образование, проходящее параллельно традиционному. Таким образом, студент получает дополнительные знания, имеет возможность повторно закрепить практические навыки и вернуться к пройденному материалу для более углубленного его изучения. Была использована платформа онлайн-обучения Stepik.

Stepik.org – открытая платформа для онлайн-обучения, представляющая широкий выбор платных и бесплатных учебных материалов. Платформа была использована при изучении дисциплины «Статистические методы обработки данных». Для прохождения студентам были предложены два онлайн-курса: «Анализ данных в R» [<https://stepik.org/course/129>] и «Основы статистики» [<https://stepik.org/course/76>].

Онлайн-курс «Анализ данных в R» авторства Института биоинформатики, негосударственной организации, занимающейся подготовкой высококвалифицированных специалистов в областях биоинформатики и биостатистики и по-

пуляризацией биоинформатики в русскоязычном сообществе, представляет собой набор обучающих видеоматериалов, тестовых вопросов и практических заданий для отработки навыков. В курсе рассматриваются основные этапы статистического анализа R, предобработка данных (переменные, элементы синтаксиса, описательные статистики, графики), применение основных статистических методов и визуализация результатов (анализ номинативных данных, сравнение двух групп, применение дисперсионного анализа, корреляция и простая линейная регрессия, множественная линейная регрессия, экспорт результатов анализа из R).

Курс рассчитан на 3 недели. Каждая неделя состоит из нескольких уроков, которые представляют собой наборы коротких видеолекций. Для отработки практических навыков используются встроенная среда Stepik для работы с языком программирования R и среда разработки RStudio.

R – язык программирования, разработанный для статистической обработки и анализа данных. Он предлагает широкий спектр методов анализа, включает статистические тесты и инструменты для создания графиков. Этот функционал используется для сравне-

ния выборок, выявления причинно-следственных связей, визуализации данных и работы с таблицами. Кроме того, R обладает активным сообществом пользователей и разработчиков, которые создают и поддерживают пакеты и библиотеки для решения разнообразных задач [8].

RStudio – бесплатная среда разработки с открытым исходным кодом для языка программирования R, предназначенная для статистической обработки данных и работы с графикой. Существуют две версии RStudio: RStudio Desktop, которая работает на локальном компьютере как обычное приложение, и RStudio Server, обеспечивающая доступ к установленному на удаленном Linux-сервере RStudio через браузер. Была использована версия RStudio Desktop.

Онлайн-курс «Основы статистики» авторства Института биоинформатики представляет собой курс обучающих материалов, практических заданий и тестов. Рассчитан на 3 недели. Каждая неделя состоит из нескольких уроков, которые представляют собой наборы коротких видеолекций. В курсе рассматриваются подходы к описанию получаемых в исследованиях данных, основные методы и принципы статистического анализа, интерпретация и визуализация получаемых результатов. Программа курса включает понятие генеральной совокупности и выборки, типы переменных, меры центральной тенденции и изменчивости, нормальное распределение, понятие статистического вывода и p -уровня значимости, t -критерий Стьюдента, проверку распределения на нормальность, однофакторный дисперсионный анализ, понятие корреляции, условия применения коэффициента корреляции, регрессионный анализ с одной и несколькими независимыми переменными.

Генеральной совокупностью проводимого исследования являются студенты Белорусско-Российского универ-

ситета 3 курса дневной формы обучения электротехнического факультета специальности «Автоматизированные системы обработки информации». Выборка данного эксперимента включает студентов группы АСОИ-221, прошедших курсы «Анализ данных в R» и «Основы статистики» на платформе Stepik.org. Сбор данных осуществлялся с использованием шкалы активности личного кабинета студента Stepik.org и с применением анкетирования студентов.

Данные о результатах прохождения онлайн-курсов студентами представлены в виде документа формата .xlsx и сгруппированы по дням прохождения курсов и по неделям прохождения каждого из курсов в отдельности.

Перечень пользовательских R-библиотек для получения и обработки данных: `readxl` – библиотека для чтения данных из файлов Excel; `dplyr` – инструмент для манипулирования данными, предлагающий функции для фильтрации, сортировки и агрегации; `tidyr` – библиотека, предназначенная для преобразования и упорядочивания данных, упрощая их подготовку для анализа; `ggplot2` – мощная и гибкая библиотека для построения графиков, позволяющая создавать визуализации различных типов; `janitor` – библиотека, предлагающая функции для очистки и подготовки данных, улучшая их структуру и качество.

Для извлечения данных из файлов Excel используется библиотека `readxl`, которая дает возможность эффективно работать с данными и подготавливать их для дальнейшего анализа. Для библиотеки `readxl` передаются параметры, которые позволяют настроить процесс чтения данных из Excel-файлов: `path` – путь к файлу Excel, который необходимо прочитать; `sheet` – указывает, какой лист из файла следует загрузить, можно использовать название листа или его индекс; `range` – опциональный параметр, который позволяет указать определённый диапазон ячеек для чтения;

col_names – логическое значение, указывающее, нужно ли использовать первую строку как имена столбцов (по умолчанию значение TRUE); col_types – позволяет задать типы данных для каждого столбца; na – строка, которая будет интерпретироваться как пропущенные значения (NA) [9].

Эффективность смешанных образовательных технологий оценивается с помощью множества критериев, выбор которых определяется целями исследования [10, 11]. Для больших групп обучающихся наиболее эффективными инструментами для измерения уровня вовлеченности являются системы управления обучением, автоматически собирающие данные о посещаемости, активности и выполнении заданий, что поз-

воляет легко отслеживать вовлеченность обучающихся в образовательный процесс. Образовательная платформа Stepik обеспечивает такую функциональность.

Методика исследования смешанного обучения

Данные для исследования были собраны при помощи встроенного календаря активности платформы Stepik.org. Данные о прохождении каждого из курсов, разбитые по неделям прохождения, представлены на рис. 2.

Сводные данные о прохождении курсов, разбитые по дням прохождения обоих курсов, приведены на рис. 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	ФИО	Неделя1_Анализ данных в	Неделя2_Анализ данных в	Неделя3_Анализ данных в	Неделя4_Анализ данных в	Неделя5_Анализ данных в	Неделя6_Анализ данных в	Итого задач решено	Неделя1_Основы статистики	Неделя2_Основы статистики	Неделя3_Основы статистики	Неделя4_Основы статистики	Неделя5_Основы статистики	Неделя6_Основы статистики	Итого задач решено
1		R	R	R	R	R	R								
2	БДЕ	23	42	25	0	0	0	90	0	0	116	0	0	0	116
3	ВРВ	50	0	40	0	0	0	90	0	0	30	0	86	0	116
4	ВВЮ	90	0	0	0	0	0	90	116	0	0	0	0	0	116
5	ВГА	90	0	0	0	0	0	90	0	116	0	0	0	0	116
6	ГРД	0	0	0	0	90	0	90	0	0	0	0	74	42	116
7	ГБВ	90	0	0	0	0	0	90	20	96	0	0	0	0	116
8	ДВА	59	31	0	0	0	0	90	0	116	0	0	0	0	116
9	ДНН	50	40	0	0	0	0	90	0	10	50	56	0	0	116
10	ЕСС	90	0	0	0	0	0	90	61	55	0	0	0	0	116
11	ЗДА	62	28	0	0	0	0	90	0	116	0	0	0	0	116
12	КВИ	10	0	10	0	10	60	90	0	0	0	0	0	116	116
13	КПЮ	29	9	52	0	0	0	90	0	0	86	30	0	0	116
14	ЛЕА	90	0	0	0	0	0	90	116	0	0	0	0	0	116
15	МАС	48	42	0	0	0	0	90	0	38	49	29	0	0	116
16	РРВ	23	0	67	0	0	0	90	0	0	82	12	22	0	116
17	ТМС	41	49	0	0	0	0	90	0	95	21	0	0	0	116
18	ЧВВ	90	0	0	0	0	0	90	116	0	0	0	0	0	116
19	ШКО	49	6	35	0	0	0	90	0	0	116	0	0	0	116
20	ЩЕЮ	35	12	14	26	3	0	90	0	0	116	0	0	0	116
21		1019	259	243	26	103	60	1710	429	642	666	127	182	158	2204

Рис. 2. Вид датасета CourseDataset.xlsx, разбитого по неделям прохождения

	A	D	E	F	G	H	I	J	K	R	Y	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
1	ФИО	12.02.2025	13.02.2025	14.02.2025	15.02.2025	16.02.2025	17.02.2025	18.02.2025	19.02.2025	26.02.2025	05.03.2025	11.03.2025	12.03.2025	13.03.2025	14.03.2025	15.03.2025	16.03.2025	17.03.2025	18.03.2025	19.03.2025
2	БДБ	23	0	0	0	0	0	0	42	141	0	43	43	0	0	0	0	0	0	0
3	ВРВ	50	0	0	0	0	0	0	0	70	0	43	43	0	0	0	0	0	0	0
4	ВВЮ	90	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	ВГА	90	0	0	0	0	0	53	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	ГРД	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	10	10	60	34	10	12	20
7	ГБВ	0	5	20	40	45	31	33	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	ДВА	37	0	0	0	22	0	0	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	ДНН	50	0	0	0	0	20	0	50	50	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	БСС	13	0	0	0	138	20	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	ЗДА	62	0	0	0	0	0	0	117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	КВИ	10	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	55	61	0
13	КПК	29	0	0	0	0	0	0	9	138	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	ЛЕА	181	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	МАС	21	0	0	0	27	66	0	14	49	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	РРВ	23	0	0	0	0	0	0	0	149	12	0	0	0	22	0	0	0	0	0
17	ТМС	41	0	0	0	0	0	0	144	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	ЧВВ	86	0	95	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	ШКО	49	0	0	0	0	0	0	6	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ЩЕЮ	31	4	0	0	0	6	6	0	14	26	0	119	0	0	0	0	0	0	0
21		886	125	184	65	232	143	92	639	793	153	86	255	10	42	60	34	65	73	20

Рис. 3. Вид датасета CourseDataset.xlsx, разбитого по дням прохождения

Для определения основных характеристик смешанного обучения среди студентов необходимо подготовить данные для исследования с использованием языка R. Методика получения и

подготовки данных из Excel включает шесть шагов.

Шаг 1. Загрузить и подключить пользовательские R-библиотеки:

```
library(readxl), library(dplyr), library(tidyr), library(psych), library(ggplot2), library(janitor)
```

Шаг 2. Загрузить данные первого листа Excel документа:

```
data <- read_excel("D:/CourseDataset.xlsx", sheet = 1),
```

где path = "D:/CourseDataset.xlsx" – путь к файлу Excel; sheet = 1 – выбран первый лист.

Шаг 3. Очистить имена столбцов:

```
data <- data %>% filter(rowSums(is.na(.)) != ncol(.))
data <- data %>% select(where(~ !all(is.na(.))))
```

```
data <- clean_names(data)
```

Шаг 4. Удалить пустые строки и столбцы:

Шаг 5. Убедиться, что данные находятся в числовом формате, и удалить нечисловые столбцы:

```
data <- data %>%
  mutate(across(contains("nedela"),
as.numeric),
  across(contains("itogo"),
as.numeric))
data <- data %>% select(-fio)
```

Анализ данных проводится относительно суммарного количества задач, выполненных студентами группы за каждую неделю прохождения курсов. Для этого необходимо извлечь последнюю строку данных отдельно для каждого курса.

Шаг 6. Извлечь строку данных для курсов в отдельности:

```
last_row <- data %>% slice_tail(n = 1)
course_r <- last_row [1:6]
course_stat <- last_row [8:13]
print(course_r)
print(course_stat)
days <- seq_along(course_r)
```

После выполнения операции извлечения последней строки в области Environment в RStudio отобразятся дополнительные переменные. Переменная `course_r` содержит суммарную статистику по курсу «Анализ данных в R», `course_stat` – по курсу «Основы статистики». Описательные характеристики

```
> print(course_r_description)
  vars n mean    sd median trimmed   mad min  max range skew kurtosis   se
Course_R  1 6 285 372.03  173    285 147.52  26 1019  993 1.17   -0.4 151.88
> print(course_stat_description)
  vars n mean    sd median trimmed   mad min  max range skew kurtosis   se
Course_Stat  1 6 367.33 246.73 305.5 367.33 241.66 127 666  539 0.2   -2.1 100.73
```

Выполним построение гистограммы для двух курсов с использованием функции `ggplot(data, aes())`, где `data` – источник данных (например, датафрейм), а `aes()` определяет эстетиче-

выборки `course_r` и `course_stat` включают расчет среднего, медианы, дисперсии, стандартного отклонения, а также минимального и максимального значений, которые в R выполняют функции `mean()`, `median()`, `var()`, `sd()`, `min()` и `max()` соответственно. В пакете `psych`, который предоставляет инструменты для психологического анализа и статистики, существует более простой способ получения описательной статистики данных – функция `describe()`. Для ее применения к наборам данных в отдельности необходимо сформировать датафреймы:

```
df_course_r <- data.frame(Course_
R = as.numeric(course_r))
df_course_stat <- data.frame
(Course_Stat = as.numeric(course_stat))
course_r_description <- describe
(df_course_r)
course_stat_description <- describe
(df_course_stat)
print(course_r_description)
print(course_stat_description)
```

Функция `describe()` позволяет получить ключевые статистические показатели: количество наблюдений, среднее значение, стандартное отклонение, минимальные и максимальные значения, диапазон, коэффициенты асимметрии (англ. *skewness*) и эксцесса (*kurtosis*):

ские параметры:

```
days <- seq_along(course_r)
df <- data.frame(Days = days,
Course_R = as.numeric(course_r),
```

```
Course_Stat = as.numeric(course_stat))
df_long <- df %>%
  pivot_longer(cols = c(Course_R,
    Course_Stat), names_to = "Course", val-
    ues_to = "Scores")
ggplot(df_long, aes(x = Days,
  y = Scores, fill = Course)) +
  geom_bar(stat = "identity", posi-
    tion = "dodge") +
  labs(title = "Гистограмма решен-
    ных задач по неделям", x = "Неделя", y =
```

```
"Количество решенных задач") +
  theme_minimal() +
  scale_fill_manual(values = c
    ("lightblue", "lightgreen"),
    labels = c("Анализ дан-
    ных в R", "Основы статистики"),
    name = "Курс")
```

Гистограмма распределения ис-
следуемых выборок представлена на
рис. 4.

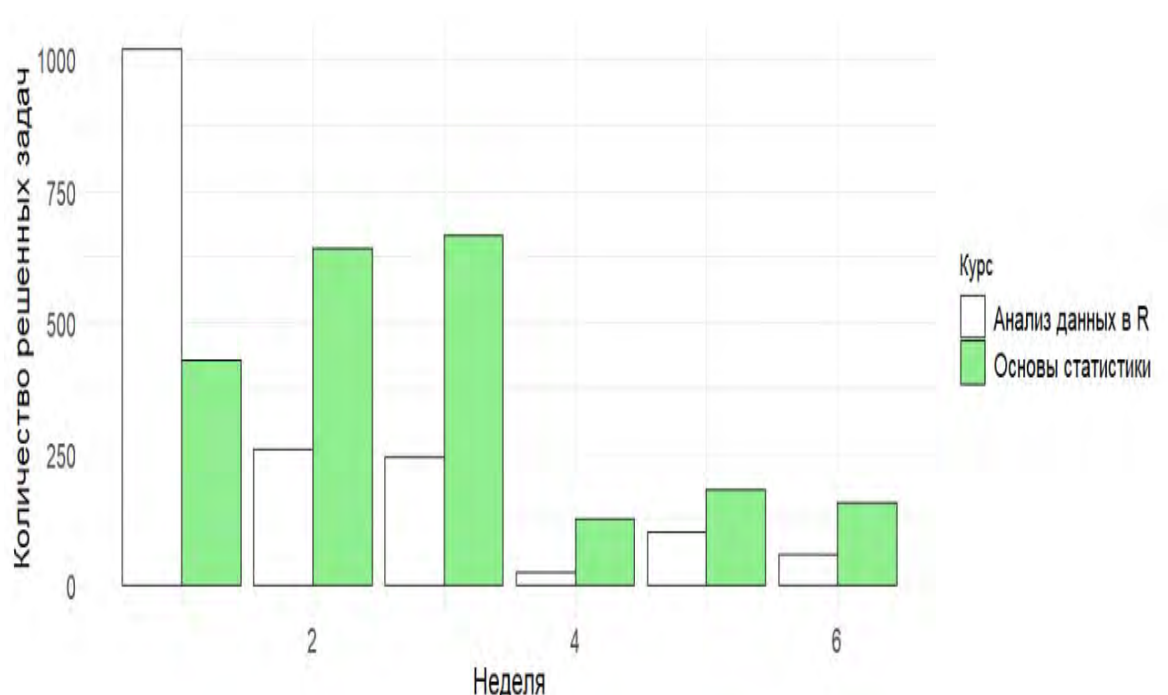


Рис. 4. Гистограмма распределения решенных задач по неделям

Исходя из полученных результа-
тов, можно сделать вывод о необходи-
мости более детального изучения дан-
ных. Следует рассмотреть выборку на
уровне распределения решенных задач

по дням. Подготовка данных осущест-
вляется аналогично подготовке преды-
дущего датасета. Описательная стати-
стика для распределения решенных за-
дач по дням:

```
> print(last_row_description)
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
x1 1 42 95.81 202.89 5 42.68 7.41 0 886 886 2.79 7.06 31.31
```


Можно наблюдать положительное значение асимметрии ($\text{skew} = 2.79$) выборки, что свидетельствует о прохождении курсов большим числом студентов в первые недели, чем в последние.

Построим гистограмму распределения исследуемой выборки (рис. 5):

```
ggplot(last_row_df, aes(x = Index, y = Values)) +
```

```
  geom_bar(stat = "identity", fill = "gray", color = "black") +
```

```
  labs(title = "Гистограмма распределения решенных задач по дня прохождения курса студентами", x = "День", y = "Кол-во решенных задач") + theme_minimal()
```

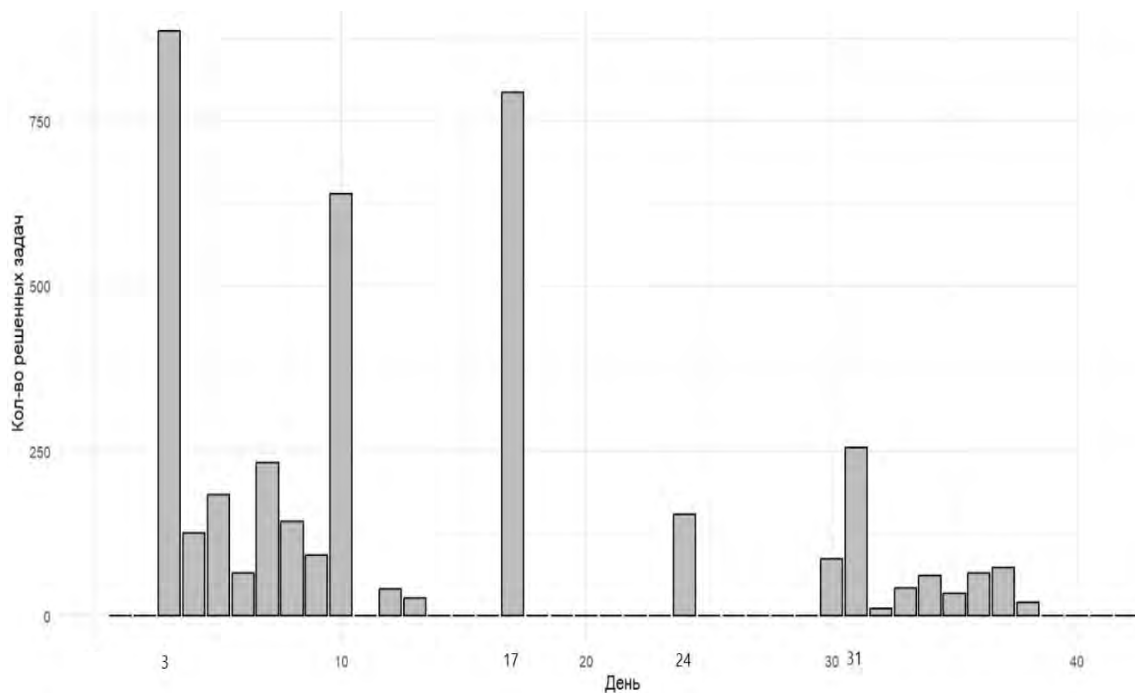


Рис. 5. Гистограмма распределения решенных задач по дням

Наибольшая активность студентов проявляется в каждую среду (дни 3, 10, 17, 24, 31 на диаграмме), когда проходят лабораторные занятия.

Теперь рассмотрим описательную статистику отдельно для каждой недели прохождения курса:

```

> description <- describe(last_row_values_1)
> print(description)
  vars n   mean    sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
X1    1 7 213.14 309.44   125 213.14 158.64  0 886   886 1.36    0.27 116.96
> description <- describe(last_row_values_2)
> print(description)
  vars n   mean    sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
X1    1 7 134.43 228.42    40 134.43  59.3  0 639   639 1.46    0.45  86.34
> description <- describe(last_row_values_3)
> print(description)
  vars n   mean    sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
X1    1 7 113.29 299.73     0 113.29   0  793   793 1.62    0.8 113.29
> description <- describe(last_row_values_4)
> print(description)
  vars n   mean    sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
X1    1 7  21.86  57.83     0  21.86   0   0 153   153 1.62    0.8  21.86
> description <- describe(last_row_values_5)
> print(description)
  vars n   mean    sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
X1    1 7  69.57  86.76    42  69.57  47.44  0 255   255 1.26    0.08  32.79
> description <- describe(last_row_values_6)
> print(description)
  vars n   mean    sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis   se
X1    1 7  22.57  32.63     0  22.57   0   0  73    73 0.65   -1.65 12.33

```

Из результатов можно сделать вывод о необходимости исследования распределения на нормальность для дней каждой недели. Для проверки гипотезы о принадлежности нормальному закону распределения используется тест Шапиро – Уилка, который реализуется в R через функцию `shapiro.test()`:

```

shapiro_test <-
shapiro.test(last_row_values_1)
shapiro_test <-
shapiro.test(last_row_values_2)
shapiro_test <-
shapiro.test(last_row_values_3)
shapiro_test <-
shapiro.test(last_row_values_4)
shapiro_test <-
shapiro.test(last_row_values_5)
shapiro_test <-
shapiro.test(last_row_values_6)

```

Для проверки нормальности распределения случайной величины формулируются следующие гипотезы: нулевая гипотеза (H_0) утверждает, что случайная величина распределена по нормальному закону, в то время как альтернативная гипотеза (H_1) указывает на то, что случайная величина не принадлежит нормальному распределению [12].

Функция `shapiro.test(x)` принимает выборку, размер которой должен быть от 3 до 5000, и возвращает список с несколькими компонентами: `statistic` – значение статистики теста, обозначаемое символом W ; `p.value` – приближенное значение p -value для данной статистики; `method` – название теста; `data.name` – имя переменной, содержащей выборку, переданную в функцию `shapiro.test`:

```

> shapiro_test <- shapiro.test(last_row_values_1)
> print(shapiro_test)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  last_row_values_1
W = 0.71109, p-value = 0.004893

> shapiro_test <- shapiro.test(last_row_values_2)
> print(shapiro_test)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  last_row_values_2
W = 0.64876, p-value = 0.0009962

> shapiro_test <- shapiro.test(last_row_values_3)
> print(shapiro_test)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  last_row_values_3
W = 0.45297, p-value = 4.136e-06

> shapiro_test <- shapiro.test(last_row_values_4)
> print(shapiro_test)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  last_row_values_4
W = 0.45297, p-value = 4.136e-06

> shapiro_test <- shapiro.test(last_row_values_5)
> print(shapiro_test)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  last_row_values_5
W = 0.76272, p-value = 0.0172

> shapiro_test <- shapiro.test(last_row_values_6)
> print(shapiro_test)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  last_row_values_6
W = 0.72401, p-value = 0.006739

```

В данном случае при уровне значимости, например, $\alpha = 0,05$ для всех выборок гипотезу H_0 следует отклонить. При этом распределение `last_row_values_5` находится ближе остальных к нормальному, в то время как распределения `last_row_values_3` и `last_row_values_4` имеют очень сильные отклонения от нормального распределения.

Результаты и их обсуждение

Разработанные R-скрипты для получения описательных характеристик статистических выборок и их визуализации использованы при анализе данных, полученных в ходе применения методики смешанного обучения.

Для анализа полученных результатов исследования необходимо учесть, что аудиторные лекционные занятия по

дисциплине проводятся в каждый четверг, а лабораторные занятия – в каждую среду.

Таким образом, можем сделать вывод о том, что наибольшая активность студентов проявлялась в дни лабораторных работ (см. рис. 5, дни 3, 10, 17, 24, 31), что свидетельствует о высокой вовлеченности студентов в отработку практических навыков как в аудитории, так и с помощью онлайн-курса.

Исходя из положительного значения асимметрии для выборки, можем сделать вывод, что большинство студентов прошли оба курса в первые недели отведенного срока, что можно расценивать как высокую вовлеченность студентов в прохождение курса. Все выборки, кроме выборки пятой недели, имеют статистически значимые отклонения от нормального распределения ($p\text{-value} < 0.05$). Это указывает на то, что распределение решенных задач не следует нормальному закону, что может быть связано с особенностями учебного процесса.

Данные подтверждают, что методики смешанного обучения, которые включают как традиционные, так и онлайн-форматы, могут повышать вовлеченность студентов. Это открывает возможности для дальнейшего исследования методов, которые могут дополнительно увеличить участие студентов в учебном процессе.

Учитывая, что некоторые дни показывают низкие уровни активности, стоит рассмотреть возможность изменения расписания или структуры курсов, чтобы поддерживать высокий уровень вовлеченности на протяжении всего обучения.

Следует отметить, что исследование выполнено в ручном режиме. Однако платформа Stepik имеет API (от англ. application programming interface, дословно – «интерфейс программирования приложения»), что дает возможность разработки программного приложения для управления вовлеченностью сту-

дентов в больших группах и обеспечения качественного сбора данных для дальнейшего анализа.

Исследователи [10] смешанного обучения рекомендуют использовать различные качественные онлайн-ресурсы, чтобы пробудить в обучаемых интерес и поддерживать их вовлеченность в процесс обучения. При этом следует отметить, что курс «Основы статистики» [<https://stepik.org/course/76>] обладает рядом недостатков, представленных в сети Интернет [<https://ubogoeva.github.io/R4Analytics/>] в открытом доступе в мае 2025 г., которые необходимо учитывать при организации образовательного процесса.

Заключение

Смешанное обучение, которое сочетает элементы традиционного обучения и онлайн-обучения, открывает новые возможности для студентов, изучающих статистические методы обработки данных. Модель, известная как A La Carte, предоставляет гибкость в выборе учебных материалов и методов, что позволяет каждому студенту адаптировать образовательный процесс под свои индивидуальные потребности и стиль обучения.

Одним из ключевых преимуществ смешанного обучения является развитие навыков самостоятельной работы. Студенты имеют возможность самостоятельно управлять своим временем и темпом обучения, что способствует повышению мотивации и ответственности за собственное образование. Это, в свою очередь, помогает им лучше усваивать материал и применять полученные знания на практике.

Кроме того, интеграция онлайн-курсов в учебный план позволяет студентам практиковать обучение с языками программирования и информационно-коммуникационными технологиями. Осваивая эти инструменты, студенты не только углубляют свои знания в области

статистики, но и приобретают навыки, которые востребованы на рынке труда.

Смешанное обучение также способствует более глубокому взаимодействию между студентами и преподавателями. Возможность обсуждения материалов курса в онлайн-формате позволяет создать более открытое и доступное пространство для обмена мнениями и решения возникающих вопросов. Это взаимодействие может привести к более

богатому образовательному опыту и поддержке со стороны преподавателей.

Таким образом, использование модели A La Carte смешанного обучения в изучении статистических методов обработки данных не только улучшает качество образовательного процесса, но и готовит студентов к успешной профессиональной деятельности, где навыки анализа данных становятся все более актуальными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Hands, C.** How Does Student Access to a Virtual Learning Environment (VLE) Change During Periods of Disruption? / C. Hands, M. Limniou // *Journal of Higher Education. Theory and Practice*. – 2023. – № 23 (2). – P. 18–34.
2. **Фомина, А. С.** Смешанное обучение в вузе: институциональный, организационно-технологический и педагогический аспекты / А. С. Фомина // *Теория и практика общественного развития*. – 2014. – № 21. – С. 272–279.
3. **Нагаева, И. А.** Смешанное обучение в современном образовательном процессе: необходимость и возможности / И. А. Нагаева // *Отечественная и зарубежная педагогика*. – 2016. – № 6. – С. 56–67.
4. **Alammary, A.** Blended learning in higher education: Three different design approaches / A. Alammary, J. Shepard, A. Carbone // *Australasian Journal of Educational Technology*. – 2014. – № 30 (4). – P. 440–454.
5. Технология смешанного обучения при изучении описательных характеристик статистической выборки / О. М. Демиденко, А. И. Якимов, Е. А. Якимов, К. Г. Тищенко // *Проблемы физики, математики и техники*. – 2023. – № 3 (56). – С. 88–94.
6. Смешанное обучение в России. Модель А ля карт – A La Carte. – URL: [https:// blendedlearning.pro/blended_learning_models/a_la_carte/](https://blendedlearning.pro/blended_learning_models/a_la_carte/) (дата обращения: 29.06.2025).
7. **Broadbent, J.** Comparing online and blended learner's self-regulated learning strategies and academic performance / J. Broadbent // *The Internet and Higher Education*. – 2017. – № 33. – P. 24–32.
8. **Venables, W. N.** An introduction to R. Notes on R: A Programming Environment for Data Analysis and Graphics / W. N. Venables, D. M. Smith // R Core Team. – CRAN, 2020. – 105 p.
9. **Лонг, Дж. Д.** Книга рецептов: Проверенные рецепты для статистики, анализа и визуализации данных: пер. с англ. / Дж. Д. Лонг, П. Титор. – М. : ДМК Пресс, 2020. – 510 с.: ил.
10. **Ma, Long.** Evaluating the effectiveness of blended learning using the ARCS model / Long Ma, Chei Sian Lee // *Journal of Computer Assisted Learning*. – 2021. – № 37 (5). – P. 1397–1408.
11. Критерии оценки эффективности смешанных образовательных технологий, применяемых в вузе / Н. В. Бордовская, Е. А. Кошкина, Л. А. Мелкая, М. А. Тихомирова // *Интеграция образования*. – 2023. – Т. 27, № 1. – С. 64–81.
12. **Thode, H. C.** Testing For Normality / H. C. Thode. – New York : Taylor & Francis Limited, 2019. – 368 p.

Статья сдана в редакцию 30 июня 2025 года

Контакты:

mashulec@gmail.com (Терехова Мария Сергеевна);
darevskayaaval@gmail.com (Даревская Валерия Александровна);
ykm@tut.by (Якимов Анатолий Иванович).

M. S. TEREKHOVA, V. A. DAREVSKAYA, A. I. YAKIMOV

BLENDED LEARNING IN STUDYING STATISTICAL METHODS OF DATA ANALYSIS

Abstract

The article presents a description of blended learning, highlighting the most common models – rotation, flipped classroom, individual plan, and flexible model. The main principles of the blended learning concept are outlined. For studying statistical methods of data analysis, the A La Carte model has been adopted, which combines traditional instructor-led training, practical sessions, and supplemental learning through online courses on the Stepik educational platform. A methodology for researching blended learning is proposed based on developed R scripts. In addition, an analysis of the effectiveness of blended learning has been conducted, showing that the A La Carte model enhances the engagement of a large group of learners in the educational process.

Keywords:

blended learning, statistical methods of data analysis, R programming language, Stepik platform.

For citation:

Terekhova, M. S. Blended learning in studying statistical methods of data analysis / M. S. Terekhova, V. A. Darevskaya, A. I. Yakimov // Belarusian-Russian University Bulletin. – 2025. – № 3 (88). – P. 119–132.