

**ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО МОДУЛЮ  
«ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ДАННЫХ»  
ДЛЯ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-ПРОГРАММИСТОВ**

**И.В. Марченко, канд. физ.-мат. наук, доц.**

*Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова,  
Могилев, Беларусь*

*Рассматриваются некоторые аспекты проектирования содержания учебных программ и создания учебно-методического обеспечения дисциплин в рамках реализации модульного подхода в учебных планах специальностей 1-40 01 01 Программное обеспечение информационных технологий и 6-05-0612-01 Программная инженерия. В качестве примеров приводятся отдельные виды заданий лабораторных работ по модулю «Технологии анализа данных».*

**Ключевые слова:** модульный подход, межпредметные связи, интегрированные задания.

Переход на образовательные стандарты высшего образования поколения 3+ в Республике Беларусь, который произошел в 2021 году, ставит своими целями «актуализацию содержания, повышения качества и эффективности практико-ориентированной подготовки специалистов, углубления связей с заказчиками кадров» [1]. В соответствии с этим определены основные принципы, реализуемые в этих стандартах и созданных на их основе учебных планах: «компетентностный подход; преемственность содержания образования на различных уровнях (ступенях) основного образования; модульный принцип проектирования содержания образовательных программ; реализация системы зачетных единиц как системы накопления и системы переноса» [2, с. 1].

В учебных планах специальностей инженерного профиля 1-40 01 01 Программное обеспечение информационных технологий и 6-05-0612-01 Программная инженерия, разработанных в МГУ имени А.А. Кулешова, при создании модулей применялись различные способы их построения (горизонтальный, вертикальный, комбинированный), исходя из целесообразности включения учебных дисциплин в каждый модуль в соответствии с [2, с. 5–7]. В результате в большинстве модулей этих учебных планов используются вертикальный и комбинированный подходы построения. Однако, модуль «Технологии анализа данных» занимает особое место. В него входят следующие дисциплины: «Системный анализ и машинное моделирование», «Статистические методы анализа данных», «Методы машинного обучения», которые изучаются в 7 семестре при дневной форме получения высшего образования, поэтому можно сказать, что при построении этого модуля использован горизонтальный способ. Но по [2, с. 5] «при горизонтальном построении все учебные дисциплины, входящие в модуль, имеют относительно равный вес и вносят *относительно независимый* вклад в формирование компетенций».

В то же время, при изучении дисциплины «Системный анализ и машинное моделирование» требуются компетенции, формируемые дисциплиной «Статистические методы анализа данных». Здесь следует отметить, что в предыдущем учебном плане специальности 1-40 01 01 Программное обеспечение информационных технологий этой дисциплины не было и ее содержание являлось разделом дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика», изучавшейся в 5 семестре. Таким образом, изучение указанных дисциплин в одном семестре вызывает определенные трудности при проектировании их содержания, подготовке учебно-методического обеспечения и организации учебного процесса.

Для их решения можно использовать различные пути. Самый простой состоит в проведении занятий сначала по дисциплине «Статистические методы анализа данных», а после ее завершения по дисциплине «Системный анализ и машинное моделирование» (дисциплина «Методы машинного обучения» может изучаться независимо и параллельно с ними). Однако, это приведет к затруднениям при сдаче сессии студентами, поскольку некоторые, в основном теоретического характера подробности, будут уже забыты. Избежать этого можно следующим образом. Первый раздел учебной программы дисциплины «Системный анализ и машинное моделирование» посвящен анализу систем методами теории массового обслуживания и не требует знаний статистических методов анализа данных, поэтому к моменту изучения следующих разделов «Основы технологии имитационного моделирования», «Организация имитационных экспериментов» часть необходимых компетенций уже будет сформирована у студентов.

Использование интегративного подхода при проведении лабораторных занятий по дисциплине «Системный анализ и машинное моделирование» позволяет полностью решить возникшую проблему. Он может реализовываться различными способами, а его реализация затрагивает проблему выявления межпредметных связей между дисциплинами [3, с. 124–125]. Такой подход не является чем-то новым. Например, в [4] рассматривается проблема реализации междисциплинарной интеграции, которую авторы решают путем использования полипарадигмального подхода для интегрированного модуля «Моделирование».

Покажем на примере некоторых заданий лабораторных работ по дисциплине «Системный анализ и машинное моделирование» применение интегративного подхода. В лабораторной работе 1 «Моделирование на ЭВМ случайных чисел» предложены следующие задания.

*Задание 1.1.* Используя встроенную функцию СЛЧИС () в Excel, получите базовую последовательность случайных чисел (СЧ), содержащую 1000 значений.

- А) Проверьте ее на равномерность.
- Б) Проверьте ее на линейную независимость.
- В) Сделайте выводы о качестве смоделированной базовой последовательности СЧ.

*Задание 1.2.* Используя мультипликативный метод при заданных  $A$ ,  $x_0$ ,  $M$ , получите квазиравномерную последовательность СЧ, содержащую 150 значений.

А) Найдите ее основные статистические характеристики (математическое ожидание, дисперсию, среднеквадратическое отклонение) и сравните их с соответствующими теоретическими значениями для указанного распределения.

Б) Проверьте ее на равномерность.

В) Проверьте ее на линейную независимость.

Г) С помощью критерия согласия Пирсона, проверьте гипотезу о соответствии распределения построенной последовательности СЧ равномерному распределению.

Д) Сделайте выводы о качестве смоделированной базовой последовательности СЧ.

*Задание 1.3.* Используя последовательность, полученную в задании 2, постройте последовательность СЧ с заданным распределением.

А) Найдите ее основные статистические характеристики (математическое ожидание, дисперсию, среднеквадратическое отклонение) и сравните их с соответствующими теоретическими значениями для указанного распределения.

Б) Проверьте ее на равномерность.

В) Проверьте ее на линейную независимость.

Г) С помощью критерия согласия Пирсона, проверьте гипотезу о соответствии распределения построенной последовательности СЧ заданному распределению.

Д) Сделайте выводы о качестве смоделированной базовой последовательности СЧ.

Выполнение этих заданий требует знание не только методов построения последовательностей случайных чисел, но и умения проводить анализ их качества статистическими методами. Например, при тестировании полученной базовой последовательности СЧ на равномерность используется гистограмма относительных частот. Сам метод проверки с помощью гистограммы рассматривается на лекции. Простейшую проверку статистической независимости базовой последовательности СЧ можно осуществить, оценивая линейную корреляцию между числами  $x_i$  и  $x_{i+s}$ , отстоящими друг от друга в псевдослучайной последовательности на фиксированный шаг  $s \geq 1$ . Выводы о соответствии распределения построенной последовательности СЧ заданному распределению делаются на основании критерия согласия Пирсона. Таким образом, в каждом задании лабораторной работы есть подзадания, относящиеся непосредственно к дисциплине «Статистические методы анализа данных». Благодаря тому, что с их помощью решаются задачи имитационного моделирования, можно не только установить межпредметные связи, но и сделать обучения практикоориентированным.

В лабораторной работе 2 «Моделирование на ЭВМ случайных величин» предлагается следующие задания.

*Задание 2.1.* По данным таблицы сгенерируйте случайную величину (СВ), используя выборку из 200 значений.

*Задание 2.2.* Найдите математическое ожидание и дисперсию исходной СВ и сравните их с эмпирическими значениями, полученным по построенной последовательности. Выполните проверку, используя правила проверки параметрических гипотез.

*Задание 2.3.* Постройте многоугольник распределения и полигон относительных частот для этих двух последовательностей случайных чисел. Сравните их.

*Задание 2.4.* Сделайте выводы и обоснуйте их.

Задания 2.2–2.4 для своего выполнения требуют применения статистических методов анализа данных.

В лабораторной работе 3 «Моделирование случайных величин методом исключения» содержатся следующие задания.

*Задание 3.1.* Функция  $f(t)$  вне интервала  $(a, b)$  равна нулю. Значение нормирующей константы  $c$  следует определить самостоятельно, исходя из нормирующего условия

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(t)dt = 1 \Rightarrow \int_a^b f(t)dt = 1 \Rightarrow F(b) = 1.$$

*Задание 3.2.* Разработать программный датчик СВ  $X$ , имеющей заданную плотность распределения вероятности  $f(t)$ .

*Задание 3.3.* Реализовать выборку в соответствии с разработанным датчиком, найти эмпирические вероятностные характеристики СВ и сравнить их с точными теоретическими характеристиками. Сделать выводы.

Снова для выполнения заданий необходимы статистические методы.

Интегрированная лабораторная работа требует от преподавателя тщательной подготовки к ней, определение целей занятия, составление его плана и т.п. Здесь могут помочь методические рекомендации к выполнению заданий, составленные с указанием требований к ним, образы решения заданий. В тоже время, чтобы избежать рутинного и бездумного выполнения заданий не следует прописывать каждый шаг работы, можно ссылаться на материалы лекций и/или учебников. Полезно иметь в виду общие рекомендации к проведению интегрированных занятий в вузе, которые есть в [5].

Важным моментом при проведении интегрированных лабораторных работ по двум дисциплинам является оценивание их выполнения студентами. Некоторые из приведенных заданий относятся только к одной из дисциплин (например, задание 3.1, Г), задание 2.1), а некоторые – к обеим (например, задание 3.3). Перед выполнением каждой лабораторной работы студентам объявляются правила оценивания, где указываются какое задание или его часть засчитывается по какой дисциплине, что именно должно быть выполнено и в каком виде предоставлен отчет по работе. К каждой лабораторной работе подготовлены образцы решения заданий и отчетов по ним, поэтому критерии оценивания понятны и прозрачны.

Опыт проведения интегрированных лабораторных работ показал, что студенты проявляют заинтересованность при их выполнении, большую активность и самостоятельность по сравнению с традиционными занятиями, творчески подходят к решению заданий. При этом достигаются не только учебные цели, но и формируется целостное представление о профессиональной области деятельности инженеров-программистов в рамках дисциплин модуля, имеющих взаимосвязи между дисциплинами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 30.11.2020 № 03-01-18/9624/дс «О разработке новых образовательных стандартов» [https://edustandart.by/images/news/2020/pdf/Pismo\\_MORB.pdf](https://edustandart.by/images/news/2020/pdf/Pismo_MORB.pdf).
2. Методические рекомендации по проектированию новых образовательных стандартов и учебных планов (поколение 3+), утвержденные министром образования Республики Беларусь И.В. Карпенко 30.05.2018 [https://edustandart.by/images/news/pdf/2018/metod\\_recomendacii-new.pdf](https://edustandart.by/images/news/pdf/2018/metod_recomendacii-new.pdf).
3. Чичко, Ю. В. Интегрированные занятия как активный метод обучения в образовательном процессе / Ю. В. Чичко // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2011. – № 5. – С. 124–126.

4. Вакульчик, В. С. Междисциплинарная интеграция как основа обучения математике студентов технических специальностей / В. С. Вакульчик, А. П. Мателенок // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2022. – № 206. – С. 167–183.
5. Дьяченко, Н. В. Интегрированные занятия как способ активизации познавательной деятельности в вузе / Н. В. Дьяченко // Концепт. – 2016. – № 02. – С. 3–7.