

**Мередов Энвер Назаргулыевич,**  
преподаватель кафедры “Биология и методика её преподавания”,  
Туркменский государственный педагогический институт им С. Сейди  
Meredov Enver Nazargulyevich,  
Lecturer, Department of “Biology and Methods of Its Teaching”,  
S. Seidi Turkmen State Pedagogical Institute

**Джумабаева Джемиле КАКАДЖАНОВНА,**  
студент специальности “Биология”,  
Туркменский государственный педагогический институт им С. Сейди  
Jumabayeva Jemile Kakajanovna, Student, specialty “Biology”,  
S. Seidi Turkmen State Pedagogical Institute

**Атабаева Сельби Ёлдашовна,**  
студент специальности “Биология”,  
Туркменский государственный педагогический институт им С. Сейди  
Atabayeva Selbi Yoldashovna, Student, specialty “Biology”  
S. Seidi Turkmen State Pedagogical Institute

Научный руководитель:  
**Вейсов Султан Керимович,** канд. геогр. Наук,  
Национальный институт пустынь, флоры и фауны  
Veysov Sultan Kerimovich, Candidate of Geographical Sciences,  
National Institute of Deserts, Flora and Fauna

## **ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ПОДХОДОВ SCAFFOLD И STEM В ОБУЧЕНИИ ЭКОЛОГИИ PECULIARITIES OF INTEGRATING SCAFFOLD AND STEM APPROACHES IN ECOLOGY EDUCATION**

**Аннотация.** Настоящее исследование посвящено особенностям интеграции подходов scaffolding (скаффолдинг) и STEM (науки, технологии, инженерии и математики) в преподавании экологии. Рассматривается теоретическая база, преимущества и вызовы такого синтеза, а также практические методические решения для устойчивого экологического образования. Анализируя современные исследования, мы описываем, как поддержка учащихся посредством скаффолдинга может усилить междисциплинарные STEM-проекты в области экологии, развивать навыки критического мышления, системного анализа и экологической ответственности.

**Abstract.** This study focuses on the peculiarities of integrating scaffolding and STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approaches in ecology education. The theoretical foundations, advantages, and challenges of such integration are examined, along with practical methodological solutions for sustainable environmental education. Based on a review of contemporary research, the study describes how student support through scaffolding can enhance interdisciplinary STEM projects in ecology, fostering critical thinking, systems analysis, and environmental responsibility skills.

**Ключевые слова:** Скаффолдинг, STEM-образование, экология, междисциплинарное обучение, экологическая грамотность, устойчивое развитие.

**Keywords:** Scaffolding, STEM education, ecology, interdisciplinary learning, environmental literacy, sustainable development.



**Введение.** В современном образовании наблюдается растущий интерес к подходам, которые позволяют учащимся глубже понимать сложные экологические системы и одновременно развивать навыки, необходимые для решения реальных экологических проблем. Подход STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) уже давно признан эффективным средством формирования инженерно-научного мышления и междисциплинарного подхода к обучению.

Однако сами по себе STEM-проекты могут оказаться сложными для реализации учащимися без должной поддержки. Именно здесь приходит на помощь *скаффолдинг* – педагогическая техника, основанная на теории зоны ближайшего развития (ЗБР) Л. С. Выготского, и предполагающая предоставление временной, адаптивной помощи, которая постепенно удаляется по мере роста самостоятельности учащегося.

Интеграция скаффолдинга и STEM в обучении экологии создаёт мощный синергетический эффект: она сочетает междисциплинарность, проектную деятельность и системную поддержку учащихся. В данной статье мы анализируем теоретические основы, методические подходы и практические примеры такой интеграции, а также обсуждаем вызовы и пути их преодоления.

**Теоретическая база. Скаффолдинг в образовательном контексте.** Скаффолдинг – это педагогическая поддержка, предоставляемая учителем или более опытным наставником, которая помогает ученику справляться с задачами, пока он не сможет сделать это самостоятельно. Эта идея укоренилась в концепции ЗБР Выготского, где поддержка постепенно убирается по мере освоения навыка.

**STEM-подход и его значение для экологии.** Образовательная технология STEM предусматривает интеграцию науки, технологий, инженерии и математики в единый учебный процесс, ориентированный на решение реальных задач. При преподавании экологии такой подход особенно ценен: экологические проблемы часто сложны и многослойны, требуя системного мышления, междисциплинарных знаний и проектной работы.

Кроме того, использование STEM в экологии способствует формированию экологической грамотности, навыков сотрудничества и ответственности за окружающую среду.

**Практические методические решения.** Ниже описаны ключевые методические стратегии и практические рекомендации для интеграции скаффолдинга и STEM в учебные модули по экологии.

**1. Проектно-исследовательское обучение с поддержкой.** В качестве основы можно использовать проектно-исследовательские задания: учащиеся разрабатывают экопроекты – например, мониторинг водных ресурсов, биологическое разнообразие локальных экосистем, анализ загрязнений и др. При этом преподаватель обеспечивает скаффолдинг через регулярные консультации, фидбэк и наводящие вопросы.

Такая модель была успешно применена в курсе экологии в университете, где дизайн обучения опирался на социокультурную теорию Выготского.

**2. Использование симуляций с встроенным скаффолдингом.** Компьютерные симуляции и виртуальные среды – особенно агент-ориентированные модели – являются мощным инструментом в STEM, особенно для изучения экосистем. Для усиления педагогического эффекта таких симуляций важно встроить скаффолдинг: подсказки, адаптивную обратную связь, поддерживаемые вопросы.

Такой подход реализован, например, в исследовании *EcoMOD*, где используется виртуальная среда и агентное моделирование, обогащённые учебной поддержкой. Также исследования показали, что различные категории скаффолдов в симуляционных средах способствуют концептуальным сдвигам в понимании экологических процессов.



**3. Обучение через игру в раннем возрасте с скаффолдингом.** В начальной и дошкольной образовательной среде скаффолдинг может быть особенно полезен. Так, в программе экологического образования для детей раннего возраста, педагог использует вопросы, намёки и наблюдения («inferential questioning», подсказки) в природной среде, чтобы поддерживать детское любопытство и способствовать пониманию природных явлений.

**4. Адаптивное руководство и фидбэк.** Учитель должен диагностировать уровень знаний и навыков учащихся, чтобы адаптировать форму и степень скаффолдинга. Недавние исследования подчёркивают важность адаптивного руководства, как со стороны преподавателя, так и через технологические средства (симуляции, ИТ-системы), особенно при работе с неопределенностью.

**5. Переход к автономии.** Ключевым этапом интеграции является снятие скаффолдинга – «fade out». По мере роста компетентности учащихся преподаватель постепенно уменьшает степень поддержки, позволяя учащимся самостоятельно решать задачи, применять модели и рефлексировать в проектной деятельности. Это способствует выработке независимости и ответственности.

**Примерная структура образовательного модуля.** Ниже приведены две гипотетические таблицы (модели), которые иллюстрируют, как можно спланировать и оценить интеграцию скаффолдинга и STEM в экологическом курсе.

Таблица 1.

Структура учебного модуля «Экология и устойчивое развитие»

Этап модуля	Цели обучения	Формы скаффолдинга	STEM-активности
Введение и погружение	Понять базовые понятия экосистем, устойчивости, круговорота веществ	Наставничество, вводные лекции, наводящие вопросы	Лекции, обсуждения, предварительные модели
Моделирование	Разработать модели экологических процессов	Подсказки в симуляции, фидбэк, групповая поддержка	Агент-ориентированные симуляции, виртуальные лаборатории
Проект	Исследовать конкретную экологическую проблему	Регулярные консультации, чек-листы, менторство	Проектная деятельность, сбор данных, инженерные решения
Рефлексия и выводы	Оценить результаты, сделать выводы, предложить решения	Вопросы на рефлексию, обсуждения, наставничество	Презентации, письменные отчёты, визуализация результатов

**Заключение.** Интеграция подходов скаффолдинга и STEM в обучение экологии – это инновационная и многообещающая стратегия, способная повысить качество экологического образования, мотивацию учащихся и их способность решать реальные проблемы устойчивого развития. Теоретически, такой синтез опирается на проверенные принципы социальной поддержки, зон ближайшего развития и междисциплинарного мышления; практически – он может быть реализован через проектно-исследовательские модули, симуляции и адаптивную педагогическую поддержку.



---

В перспективе дальнейшие исследования могут быть направлены на эмпирическое тестирование различных моделей скаффолдинга в экологических STEM-проектах, разработку адаптивных систем на основе ИИ, а также измерение долгосрочного влияния таких интеграций на экологическое поведение учащихся.

*Список литературы:*

1. Hammond J., Smardon D. Scaffolding in STEM Education: Supporting Student Learning in Ecology / J. Hammond, D. Smardon // Journal of Science Education and Technology. 2023. Vol. 32, No. 1. P. 54–72.
2. Bybee R. STEM Education and Sustainability: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics in Environmental Studies / R. Bybee // International Journal of STEM Education. 2022. Vol. 9, No. 1. P. 33–51.

