

УДК 378:57

## **ИНТЕГРАЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ В БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА УРОВНЕ БАКАЛАВРИАТА: МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ**

*Зарина Жандосова*

магистрант Актюбинского регионального университета имени К. Жубанова,  
Актобе, Казахстан

**Научный руководитель:** Асхат Мынбай

*Биотехнология играет все более важную роль в современной биологии, медицине, сельском хозяйстве и науках об окружающей среде. Для студентов бакалавриата понимание биотехнологии перестало быть факультативным, а стало необходимым как для академического развития, так и для будущей карьеры. В данной статье рассматриваются практические и эффективные способы интеграции биотехнологии в курсы биологии для студентов бакалавриата. Основное внимание уделяется методам преподавания, которые активно вовлекают студентов, включая проектное обучение, лабораторные работы, виртуальные симуляции и проблемно-ориентированное обучение. В статье также обсуждаются методы оценки, общие проблемы, с которыми сталкиваются преподаватели, и важность включения этических дискуссий наряду с техническим содержанием. В целом, показано, что интегрированный и ориентированный на студента подход улучшает концептуальное понимание, практические навыки и этическую осведомленность в биологическом образовании на уровне бакалавриата.*

**Ключевые слова:** биотехнологическое образование, биология для студентов бакалавриата, активное обучение, лабораторные занятия

### **Введение**

За последние несколько десятилетий биотехнология преобразила биологические науки. Такие методы, как секвенирование ДНК, генная инженерия, полимеразная цепная реакция (ПЦР) и редактирование генома, в настоящее время являются фундаментальными инструментами в исследованиях, медицине и промышленности. Поскольку биотехнология продолжает быстро развиваться, образование в области биологии для студентов бакалавриата должно эволюционировать, чтобы отражать эти изменения.

Для многих студентов университетские курсы биологии представляют собой первое значимое знакомство с биотехнологией. Поэтому способ

представления этих тем оказывает долгосрочное влияние на понимание студентов, их мотивацию и будущую карьеру. Простое добавление нового материала к существующим курсам недостаточно. Вместо этого биотехнологию следует интегрировать таким образом, чтобы связать теоретические знания с практическими приложениями и побудить студентов мыслить и работать как ученые. Чтобы подготовить студентов, обучающихся в области педагогической биологии, к будущей профессиональной деятельности, необходимо развивать не только их предметные знания, но и навыки исследования, проектирования, критического мышления и практические навыки. Для достижения этих целей интеграция биотехнологий требует использования эффективных методов обучения и инновационных педагогических технологий. В данной статье рассматриваются методы обучения, которые помогают студентам бакалавриата осмысленно и доступно знакомиться с биотехнологиями. Основное внимание уделяется подходам, способствующим активному обучению, практическому опыту и критическому мышлению.

### **Образовательные принципы, поддерживающие интеграцию биотехнологий**

Эффективное преподавание биотехнологий основано на устоявшихся образовательных принципах. На уровне бакалавриата студенты учатся наиболее эффективно, когда они активно вовлечены в учебный процесс и когда они могут четко видеть связь изучаемого материала с реальными научными задачами.

Междисциплинарное обучение играет ключевую роль, помогая студентам связать биологические концепции с химией, технологией и прикладными науками. Для достижения всестороннего и глубокого понимания предмета используется междисциплинарный подход, интегрирующий информацию из различных научных областей. В контексте биологии интеграция биотехнологий означает активное использование передовых биотехнологических методов и технологий в процессе обучения. Это позволяет студентам не только усваивать разрозненные факты, но и понимать важность биотехнологий для функционирования биологических систем. Например, методы анализа ДНК, модификации генов и исследования экспрессии белков в молекулярной биологии позволяют студентам четко и целостно проследить путь научных открытий.

Отличительной чертой преподавания биологии в Финляндии является широкое использование междисциплинарного подхода и метода обучения на основе проблемы. Вместо традиционного изучения отдельных предметов, студенты погружаются в реальные явления или проблемы, такие как изменения экосистем или клеточная сигнализация. Для понимания этих явлений они интегрируют знания из различных областей - молекулярной и клеточной биологии, химии, физики, экологии, биоинформатики и инженерии. Это

способствует развитию не только теоретических знаний, но и способности мыслить целостно и решать практические проблемы. В рамках групповых проектов студенты проводят исследования, экспериментируют, анализируют данные и представляют свои результаты. Ведущие финские университеты, включая Хельсинкский университет и Университет Аалто, активно используют этот подход в своих программах, дополняя его виртуальными лабораториями для безопасного и эффективного обучения [1].

Обучение на основе исследований побуждает студентов задавать научные вопросы, разрабатывать эксперименты и самостоятельно интерпретировать данные. Оно побуждает студентов формулировать вопросы, разрабатывать и проводить эксперименты, делать наблюдения и анализировать информацию для активного построения собственных знаний. Согласно исследованию, проведенному среди старшеклассников, обучение на основе исследований значительно повышает их интерес к биологии и способствует устойчивой мотивации к изучению предмета, значительно превосходя традиционные лекционные подходы. Примечательно, что пол учащихся не влияет на эффективность этого метода. Например, при изучении экосистем учащиеся могут самостоятельно выдвигать гипотезы о влиянии изменений температуры на рост водных растений. Они берут на себя полную ответственность за разработку эксперимента, выбор контрольной и экспериментальной групп, сбор данных о росте и состоянии растений, их анализ и выводы о взаимосвязи между факторами окружающей среды. В молекулярной биологии учащиеся могут исследовать, как определенные питательные вещества влияют на экспрессию генов дрожжей. Они формулируют собственные исследовательские вопросы, готовят питательные среды, проводят эксперименты с различными концентрациями веществ, собирают и статистически анализируют данные, а затем обсуждают результаты, сопоставляя их с существующей научной литературой. Этот практический опыт позволяет студентам не только освоить ключевые лабораторные методы, но и получить глубокое понимание процесса построения научного знания посредством наблюдения и экспериментирования [2].

Контекстно-ориентированное обучение дополнительно укрепляет понимание, связывая биологическую теорию с современными биотехнологическими приложениями в медицине, промышленности и науках об окружающей среде. Вместе эти принципы способствуют более глубокому пониманию, долговременному сохранению знаний и развитию необходимых научных навыков. Вместо пассивного усвоения теории студенты активно применяют ее для анализа и интерпретации конкретных данных, решая практические задачи. В биологии контекстно-ориентированное обучение позволяет студентам связывать абстрактные понятия с практическими сценариями, например, исследуя влияние различных факторов на живые

организмы или работая с экспериментальными данными для выведения теоретических принципов [3].

Реализация этих принципов способствует созданию образовательной среды, в которой обучение биотехнологии становится неотъемлемой частью общего биологического образования. Однако внедрение таких принципов сталкивается с рядом трудностей, связанных как с организационными, так и с методическими аспектами. Для их анализа ниже представлена таблица, отражающая основные проблемы и практические решения интеграции биотехнологии в образовательный процесс (таблица 1).

Таблица 1 - Основные проблемы и практические решения интеграции биотехнологии в биологическое образование

Проблемные аспекты интеграции	Возможные пути решения и практические меры
1. Ограниченная лабораторная инфраструктура и недостаток современного оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Государственные и частные инвестиции в оснащение учебных лабораторий;</li> <li>- Создание совместных лабораторий университетов и исследовательских институтов;</li> <li>- Использование виртуальных лабораторий и цифровых симуляторов (Labster, Amrita Virtual Labs и др.) для имитации экспериментов.</li> </ul>
2. Отставание учебных программ от современных научных достижений	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Регулярное обновление учебных программ в соответствии с последними достижениями науки и технологий;</li> <li>- Включение тем: CRISPR, генная терапия, биоинформатика, биосенсоры, нанобиотехнологии;</li> <li>- Создание междисциплинарных курсов, объединяющих биологию, химию, информатику и инженерию.</li> </ul>
3. Недостаточная квалификация преподавателей	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проведение курсов и семинаров по современным биотехнологическим направлениям;</li> <li>- Программы непрерывного профессионального развития для учителей и преподавателей вузов;</li> <li>- Стажировки преподавателей в научно-исследовательских центрах и биотехнологических компаниях.</li> </ul>
4. Недостаток педагогических исследований по эффективным методам	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проведение сравнительных исследований педагогических подходов (проектное обучение, проблемное, кейс-методы, виртуальные практикумы);</li> </ul>

преподавания биотехнологии	- Разработка рекомендаций для образовательных учреждений; - Внедрение технологий искусственного интеллекта и цифровых обучающих платформ.
5. Недостаток осведомлённости студентов о социальной значимости биотехнологии	Организация научных форумов, дискуссий и конкурсов исследовательских проектов; - Акцент на социальной ответственности и устойчивом развитии.

Реализация обозначенных решений позволит создать устойчивую систему биотехнологического образования, основанную на современных научных и методологических подходах. Внедрение инновационных технологий, междисциплинарных курсов и практико-ориентированных форм обучения способствует формированию у студентов профессиональных и исследовательских компетенций [4], [5].

#### **Методы преподавания биотехнологии для студентов бакалавриата**

Лабораторные занятия остаются одним из важнейших компонентов образования в области биотехнологии на уровне бакалавриата. Лабораторные работы позволяют студентам переводить абстрактные концепции в наблюдаемые результаты и приобретать практические навыки.

Типичные лабораторные работы для студентов бакалавриата включают выделение и количественное определение ДНК, гель-электрофорез, ПЦР-амплификацию и вводный биоинформатический анализ. Этот опыт помогает студентам развивать техническую компетентность, понимать экспериментальный дизайн и ценить важность точности, воспроизводимости и биобезопасности. Лабораторная работа также способствует развитию уверенности в себе, поскольку студенты учатся работать с оборудованием и самостоятельно интерпретировать результаты экспериментов. Она играет ключевую роль в образовании студентов, поскольку обеспечивает переход от абстрактных теоретических знаний к конкретным, практическим применениям. Связь теории с практикой делает сложные научные концепции более понятными и способствует подготовке будущих специалистов. Для лучшей интеграции теории и практики университеты активно внедряют комплексные лабораторные работы. Они проводятся с использованием современного оборудования и имитируют реальные условия работы, с которыми столкнутся выпускники.

Основные цели лабораторных работ включают:

- Укрепление и углубление теоретических знаний посредством практического применения законов и принципов, рассмотренных на лекциях.
- Развитие навыков научного экспериментирования и анализа данных.

- Формирование основы для организации, планирования и проведения научных исследований.

В ходе лабораторных занятий студенты выполняют последовательность действий, начиная с определения цели эксперимента и изучения его теоретической основы. Эти практические занятия не только развивают технические навыки, но и учат студентов правильно формулировать и представлять результаты эксперимента в научной форме [6].

Виртуальные лаборатории и цифровые ресурсы. Во многих учебных заведениях доступ к современному лабораторному оборудованию может быть ограничен из-за финансовых или логистических ограничений. В таких случаях виртуальные лаборатории и цифровые симуляции предоставляют эффективную альтернативу или дополнение к практическим экспериментам.

Виртуальные инструменты позволяют студентам визуализировать молекулярные и клеточные процессы, которые трудно наблюдать непосредственно. Они также позволяют учащимся практиковать сложные экспериментальные процедуры в безопасной среде и многократно повторять симуляции без дополнительных затрат. На уровне бакалавриата виртуальные лаборатории особенно полезны для ознакомления с передовыми методами, такими как редактирование генома, секвенирование ДНК и промышленная ферментация, до того, как студенты столкнутся с этими методами в реальных лабораторных условиях.

В этом исследовании использовались специально разработанные виртуальные лабораторные среды, предназначенные для облегчения интеграции биотехнологических методов в учебные программы по биологии для студентов бакалавриата. Эти цифровые лаборатории предоставляют студентам возможность моделировать ключевые этапы биотехнологических процессов, позволяя им изучать сложные экспериментальные процедуры без ограничений, связанных с физической лабораторной инфраструктурой. Виртуальные лаборатории стали центральной образовательной платформой, где студенты последовательно выполняли задания, охватывающие все этапы научного эксперимента - от планирования и выбора параметров до визуализации и интерпретации данных. Этот формат обучения особенно актуален для биотехнологических дисциплин, поскольку позволяет студентам сосредоточиться на понимании экспериментальной логики и развитии критического мышления, минимизируя при этом технические сложности, присущие реальной лаборатории.

Разработка виртуальных лабораторий включает использование передовых технологий 3D-моделирования (Unity, Unreal Engine, Blender) и веб-разработки (HTML5, WebGL, JavaScript). Существуют готовые решения, такие как Labster, PhET Interactive Simulations и Amrita Virtual Labs. Однако эта технология сталкивается с определенными ограничениями. Главное из них - отсутствие

прямого контакта студентов с реальным лабораторным оборудованием, что может повлиять на их готовность к профессиональной деятельности. Кроме того, создание и поддержка виртуальных лабораторий требуют значительных финансовых и технических ресурсов, что делает их недоступными для некоторых учебных заведений. Тем не менее, виртуальные лаборатории служат эффективным дополнением к практическим занятиям, способствуя закреплению теоретических знаний и развитию практических навыков. В рамках данного исследования была создана виртуальная лаборатория на платформе Canva. Этот выбор позволил разработать доступный и интерактивный образовательный инструмент, не требующий сложной установки программного обеспечения и значительных финансовых вложений. Canva обеспечивает простоту использования, наглядность и возможность комбинирования различных учебных материалов, делая процесс обучения лабораторным навыкам более эффективным и доступным [7], [8].

Проектное обучение особенно эффективно на уровне бакалавриата, поскольку позволяет студентам углубленно изучать темы биотехнологии посредством расширенного исследования. Вместо запоминания отдельных фактов студенты применяют свои знания к реалистичным научным проблемам, которые напоминают профессиональные исследовательские задачи. Например, студентам может быть предложено разработать рабочий процесс для производства рекомбинантных белков, проанализировать общедоступные наборы данных экспрессии генов или предложить биотехнологическое решение экологической проблемы. Благодаря таким проектам студенты развивают исследовательские навыки, учатся работать в команде и приобретают опыт в научном письме и устных презентациях. Такой подход также повышает мотивацию студентов, демонстрируя практическую значимость биотехнологии. Суть проектного обучения заключается в активном вовлечении студентов в учебный процесс. Благодаря реализации индивидуальных или коллективных проектов они не только глубже усваивают учебный материал, но и развивают ценные навыки социального взаимодействия, командной работы, эффективной коммуникации, убедительной аргументации и публичных выступлений - все это необходимо для их успешной социализации. Однако для того, чтобы проектное обучение было действительно эффективным, преподавателям необходимо не только глубокое понимание предмета, но и владение передовыми педагогическими технологиями. Таким образом, постоянное повышение квалификации учителей и обновление их знаний являются ключом к успешной реализации проектного подхода [9].

Проблемно-ориентированное обучение побуждает студентов к критическому мышлению, вовлекая их в решение реальных биотехнологических задач. Вместо получения заранее определенных ответов студенты исследуют сложные проблемы, оценивают научные данные и

разрабатывают обоснованные решения. Цели проблемно-ориентированного обучения:

- Углубление и расширение знаний:
- Помощь студентам в запоминании, закреплении и систематизации уже имеющихся знаний, а также обучение самостоятельному приобретению новых знаний.
- Развитие мышления и самоанализа:
- Обучение студентов выражению своего мнения, убедительному его обоснованию, объективной оценке своего прогресса и анализу процесса обучения.
- Развитие самостоятельности и командной работы: Привитие способности работать самостоятельно и эффективно сотрудничать с другими.

Например, студенты могут анализировать преимущества и риски генетически модифицированных организмов, изучать биотехнологические стратегии борьбы с устойчивостью к антибиотикам или оценивать меры реагирования на чрезвычайные ситуации в области общественного здравоохранения с использованием биотехнологий. Этот подход укрепляет аналитическое мышление, навыки принятия решений и способность применять биологические знания в социально значимых контекстах [10].

Мы интегрировали проектное и проблемно-ориентированное обучение в виртуальные лабораторные занятия, чтобы побудить студентов развивать исследовательское мышление и навыки самостоятельного анализа. Вместо пассивного запоминания теории студенты активно применяли свои знания для решения реалистичных научных задач, имитирующих профессиональную исследовательскую деятельность в биотехнологии. В ходе курса им предлагались задания, требующие формулирования целей, разработки экспериментальных протоколов, выбора методологических параметров, анализа и интерпретации виртуальных данных, а также обоснования выводов. Таким образом, виртуальные лаборатории служили не только демонстрацией методов, но и динамичной средой для проектного и проблемно-ориентированного обучения.

Для развития проектных навыков и навыков решения проблем студентам были предложены модули виртуальных лабораторий по ключевым областям биологии. В молекулярной биологии они самостоятельно разрабатывали и проводили виртуальные эксперименты по ПЦР, от выбора условий до анализа результатов гель-электрофореза. Для начала студенты получили основательное теоретическое понимание ПЦР, охватывающее этапы денатурации, гибридизации праймеров и элонгации. Затем они перешли к виртуальному эксперименту, где им нужно было выбрать все необходимые компоненты - от матричной ДНК до нуклеотидов - и установить оптимальные температурные условия (рисунок 1).



А) Денатурация

Б) Анниляция



С) Элонгация

Рисунок 1. Этапы ПЦР

Благодаря моделированию они смогли визуализировать процесс разделения ДНК, точное определение местоположения праймеров и построение полимеразой новых цепей, что позволило им по-настоящему понять значение каждого этапа этого сложного процесса.

На уроках физиологии студенты изучали интерпретацию данных проточной цитометрии для анализа и идентификации различных клеточных популяций. В ходе практического занятия студенты моделируют лабораторную процедуру выделения и анализа мононуклеарных клеток крови (рисунок 2).

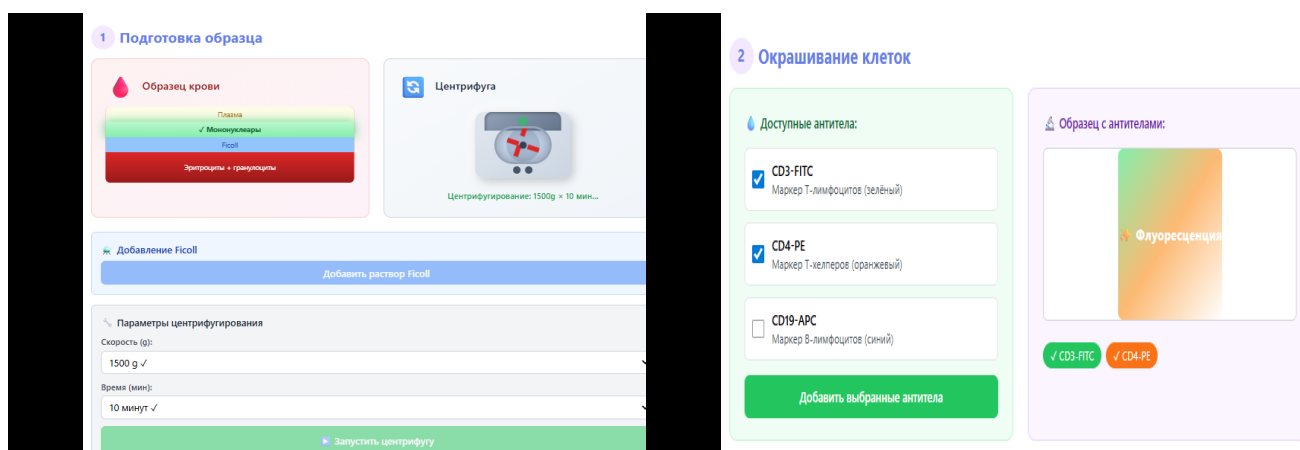


Рисунок 2. Этапы проточной цитометрии

Этот процесс включает разделение клеток крови с помощью градиента Фиколла и центрифугирования, затем окрашивание выделенных мононуклеарных клеток специфическими флуоресцентными антителами и их анализ на проточном цитометре. Проточный цитометр измеряет физические характеристики клеток (размер и гранулярность) и интенсивность флуоресценции, что позволяет идентифицировать различные популяции лимфоцитов на основе их процентного содержания (рисунок 3).



Рисунок 3. Результаты проточной цитометрии

Особенность виртуальной модели заключается в том, что действия студента напрямую влияют на результат. Если антитела выбраны неправильно или параметры заданы неверно, флуоресценция на экране не будет наблюдаться, и результат будет отрицательным. Если все этапы выполнены правильно, флуоресценция будет четко видна, и будут идентифицированы конкретные популяции лимфоцитов. Такая модель позволяет визуально освоить метод, понять логику анализа клеточных популяций и улучшить практические навыки в виртуальном формате. Такая модель позволяет визуально освоить метод

проточной цитометрии, понять логику анализа клеточных популяций и улучшить практические навыки в виртуальном формате.

### **Заключение**

Интеграция биотехнологии в биологическое образование на уровне бакалавриата является как необходимой, так и полезной. Когда биотехнология преподается с использованием активных, ориентированных на студента подходов, она становится более увлекательной, доступной и значимой для учащихся.

Методы обучения, такие как проектное обучение, лабораторные занятия, виртуальные симуляции и проблемно-ориентированное обучение, способствуют развитию практических навыков, критического мышления и этической осведомленности. Сбалансированный подход, сочетающий теорию, практику и рефлексию, готовит студентов к будущей карьере в биотехнологии, исследованиях, здравоохранении и смежных областях. По мере развития биотехнологии, образование на уровне бакалавриата должно постоянно адаптироваться, чтобы обеспечить студентам всестороннюю подготовку для решения научных и социальных задач.

Сбалансированный подход, интегрирующий теоретическую подготовку, экспериментальные исследования и цифровые инструменты обучения, создает условия для глубокого усвоения знаний, развития творческого потенциала и профессиональной готовности будущих специалистов. Включение виртуальных лабораторий и интерактивных платформ, таких как Canvas, в образовательный процесс расширяет границы традиционного обучения, делая его более гибким и индивидуализированным, а также повышая вовлеченность студентов. Поскольку биотехнология стремительно развивается, университетам необходимо постоянно обновлять свои программы, чтобы выпускники были востребованы на рынке труда. Программы бакалавриата должны включать исследования, лабораторные работы и проекты. Это не только дает знания и навыки, но и формирует мировоззрение настоящего ученого и практика.

### **Список использованной литературы**

[1] С. Luo и Y. Li, «Implications of Finnish Phenomenal Teaching for Interdisciplinary Teaching in Basic Education in China», *Open Access Libr. J.*, т. 11, вып. 7, сс. 1–15, июл. 2024, doi: 10.4236/oalib.1111792.

[2] I. Regina и R. Enebechi, «EFFECT OF INQUIRY-BASED LEARNING APPROACH ON SENIOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS' RETENTION IN BIOLOGY», т. 8, сс. 9–19, авг. 2021.

[3] J. R. Goodwin, «What's the Difference? A Comparison of Student-Centered Teaching Methods», *Educ. Sci.*, т. 14, вып. 7, июл. 2024, doi: 10.3390/educsci14070736.

[4] T. Y. Orhan и N. Sahin, «The Impact of Innovative Teaching Approaches on Biotechnology Knowledge and Laboratory Experiences of Science Teachers», *Educ. Sci.*, т. 8, вып. 4, Art. вып. 4, дек. 2018, doi: 10.3390/educsci8040213.

[5] Y. Ndikumana, L. R. Mugabo, и A. Nsabimana, «Exploring the Challenges and Strategies for Enhancing Biotechnology Instruction in a Modularized Context at University of Rwanda-College of Science and Technology», *Int. J. Learn. Teach. Educ. Res.*, т. 23, вып. 3, Art. вып. 3, мар. 2024, Просмотрено: 25 ноябрь 2024 г. [Онлайн]. Доступно на: <http://ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/9712>

[6] S. Rayment, J. R. Evans, M. Coffey, S. Kirk, S. D. Sivasubramaniam, и K. Moss, «The Role of Technology in Undergraduate Bioscience Laboratory Learning: Bridging the Gap between Theory and Practice», *Educ. Sci.*, т. 13, вып. 8, июл. 2023, doi: 10.3390/educsci13080766.

[7] R. Radhamani и др., «Virtual Laboratories in Biotechnology are Significant Educational Informatics Tools», в *2018 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, сен. 2018, сс. 1547–1551. doi: 10.1109/ICACCI.2018.8554596.

[8] Z. Wu, «Integrating Biotechnology Virtual Labs into Online Education Platforms: Balancing Information Security and Enhanced Learning Experiences», *Nat. Eng. Sci.*, т. 9, вып. 2, сс. 110–124, окт. 2024, doi: 10.28978/nesciences.1569211.

[9] A. Markula и M. Aksela, «The key characteristics of project-based learning: how teachers implement projects in K-12 science education», *Discip. Interdiscip. Sci. Educ. Res.*, т. 4, вып. 1, с. 2, дек. 2022, doi: 10.1186/s43031-021-00042-x.

[10] T. R. Steck, W. DiBiase, C. Wang, и A. Boukhtiarov, «The Use of Open-Ended Problem-Based Learning Scenarios in an Interdisciplinary Biotechnology Class: Evaluation of a Problem-Based Learning Course Across Three Years», *J. Microbiol. Biol. Educ. JMBE*, т. 13, вып. 1, сс. 2–10, май 2012, doi: 10.1128/jmbe.v13i1.389.

## **БИОЛОГИЯ САЛАСЫНДАҒЫ БАКАЛАВРИАТ БІЛІМІНЕ БИОТЕХНОЛОГИЯНЫ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ: ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ПРАКТИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕР**

*Зарина Жандосова*

**Ғылыми жетекші: Асхат Мыңбай**

*Биотехнология қазіргі заманғы биология, медицина, ауыл шаруашылығы және қоршаған орта ғылымдарында маңызды рөл атқарады. Бакалавриат студенттері үшін биотехнологияны түсіну қосымша пән болудан қалды және академиялық даму мен болашақ мансап үшін маңызды болып келеді. Бұл мақалада биотехнологияны бакалавриат биология курстарына интеграциялаудың практикалық және тиімді жолдары қарастырылады. Онда студенттерді белсенді түрде тартатын оқыту әдістеріне, соның ішінде жобаға негізделген оқытуға, зертханалық жұмысқа, виртуалды модельдеуге*

*және проблемаға негізделген оқытуға бағытталған. Мақалада бағалау әдістері, оқытушылар кездесетін жалпы қиындықтар және техникалық мазмұнмен қатар этикалық талқылауларды енгізудің маңыздылығы талқыланады. Жалпы алғанда, интеграцияланған және студентке бағытталған тәсіл бакалавриат биология білімінде тұжырымдамалық түсінікті, практикалық дағдыларды және этикалық сананы жақсартатыны дәлелденген.*

**Кілт сөздер:** биотехнологиялық білім беру, бакалавриат биологиясы, белсенді оқыту, зертханалық іс-шаралар

## **INTEGRATING BIOTECHNOLOGY INTO UNDERGRADUATE BIOLOGY EDUCATION: TEACHING METHODS AND PRACTICAL APPROACHES**

*Zarina Zhandosova*

Master's student, Department of Biology, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov

**Scientific supervisor:** Askhat Myngbay

*Biotechnology plays an important role in modern biology, medicine, agriculture, and environmental sciences. For undergraduate students, understanding biotechnology is no longer an optional subject and is becoming increasingly important for academic development and future careers. This article examines practical and effective ways to integrate biotechnology into undergraduate biology courses. It focuses on teaching methods that actively engage students, including project-based learning, laboratory work, virtual simulation, and problem-based learning. The article discusses assessment methods, common challenges faced by educators, and the importance of incorporating ethical discussions alongside technical content. Overall, an integrated and student-centered approach has been shown to improve conceptual understanding, practical skills, and ethical awareness in undergraduate biology education.*

**Keywords:** biotechnology education, undergraduate biology, active learning, laboratory activities