



# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ УЧЕБНЫХ КОРПУСОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ЗЕЛЕННЫХ СТАНДАРТОВ

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** экологический стандарт, зеленое строительство, экологическая реабилитация, устойчивое развитие, учебное заведение

**Е. А. Сухинина**, канд. архитектуры, доцент Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю. А.

Потребление учебными заведениями значительного количества энергетических ресурсов создает необходимость повысить их экологичность с целью уменьшения выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Требования зеленых стандартов для кампусов включают ряд положений, которые необходимо реализовывать при эксплуатации существующих вузов в России. Предлагаем результаты исследования, проведенного в Саратовском государственном техническом университете имени Гагарина Ю. А. по экологической реабилитации учебных корпусов.

С каждым годом проблема глобального изменения климата все больше угрожает нашей планете. Зарубежные университеты стараются повлиять на необратимые климатические изменения, что подтверждено рейтингом экологических вузов UI GreenMetric. Высшие учебные заведения потребляют намного больше ресурсов, чем прочие здания, поэтому их экологизация особенно важна для России [1]. Повышенное внимание к проектированию и эксплуатации общеобразовательных учреждений вносит вклад в достижение национальных целей устойчивого развития и уменьшение углеродного следа на Земле [2, 3].

## Зеленый университет

В мировой практике укрепилось понятие «зеленый университет» – это учебное заведение, деятельность которого направлена на защиту окружающей среды. Студенты должны иметь прямой контакт с экологическими решениями, применяемыми в общеобразовательных учреждениях, что позволяет обучающимся напрямую взаимодействовать с зелеными технологиями [4].

В мире существует достаточное количество примеров экологических учебных учреждений: Ноттингемский университет (Великобритания); Университетский колледж Корка (Ирландия); Шаньдунский педагогический университет (Китай); Университет штата Колорадо, Технологический институт Джорджии, Стэнфордский университет (США); Университет Шербрука (Канада); Университет Сан-Паулу (Бразилия); экологический кампус Биркенфельд, Люнебургский университет Лейфана (Leuphana), Университет устойчивого развития Эберсвальде (Германия). Одним из самых зеленых вузов считается Вагенингенский университет в Нидерландах (рис. 1). По количеству зеленых решений также следует выделить кампус Национального исследовательского университета Сингапура (рис. 2).

Разработаны и успешно внедряются в разных странах, включая Россию, экостандарты для устойчивого проектирования образовательных учреждений, например BREEAM Education (Великобритания), LEED for School New Construction and Major Renovations (США), GB/T51356–2019 «Стандарт оценки для зеленого кампуса» (Китай) и российский GREEN ZOOM «Университеты, кампусы и инновационные научно-технологические центры».

## Исследование по экологической реабилитации вузов

В рамках проводимого Саратовским государственным техническим университетом имени Гагарина Ю. А. (далее – СГТУ) исследования были сформулированы основные задачи:

- выявить проблемы и несоответствия корпусов СГТУ современным требованиям экологически устойчивого проектирования;
- предложить алгоритм по экологической реабилитации вузов на основе требований зеленых стандартов.



Рис. 1. Вагенингенский университет в Нидерландах

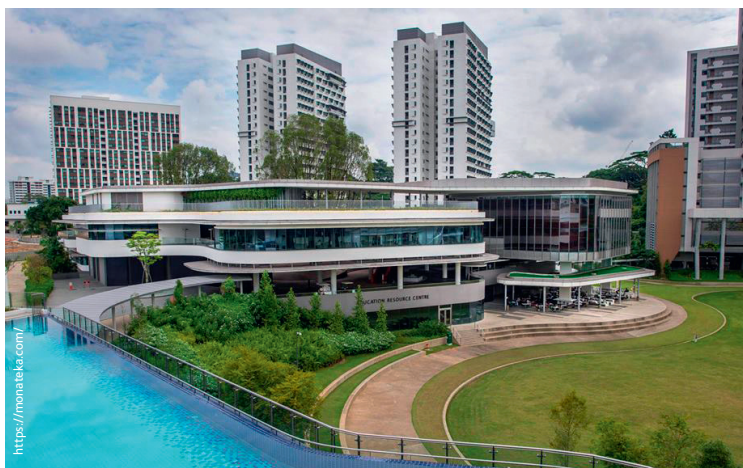


Рис. 2. Кампус Национального исследовательского университета Сингапура

**Таблица\* 1** Оценочные категории BREEAM Education и LEED for School New Construction and Major Renovations

Разделы BREEAM Education	Количество требований**, %		Разделы LEED for School New Construction and Major Renovations
Раздел 1. Менеджмент	14,64	6,44	Раздел 1. Альтернативный транспорт
Раздел 2. Здоровье и благополучие	17,08	22,54	Раздел 2. Устойчивое расположение
Раздел 3. Энергия	15,86	8,05	Раздел 3. Эффективность использования воды, возможность протечек
Раздел 4. Транспорт	9,76	14,49	Раздел 4. Энергия и атмосфера
Раздел 5. Вода	7,32	14,49	Раздел 5. Материалы и ресурсы
Раздел 6. Материалы	8,50	27,55	Раздел 6. Качество окружающей среды в помещении
Раздел 7. Отходы	6,10	4,83	Раздел 7. Инновации в дизайне
Раздел 8. Землепользование и экология	9,76	1,61	Раздел 8. Региональные особенности
Раздел 9. Загрязнение	9,76		
Раздел 10. Инновации	1,22		

\* В таблице используется авторский перевод критериев экостандартов.

\*\* Расчет процентного количества требований по разделам производился без учета балльных оценок и коэффициентов стандарта.

**Таблица\* 2** Разделы китайской системы GB/T51356–2019 «Стандарт оценки для зеленого кампуса»

Разделы экостандарта
Раздел 1. Общая информация
Раздел 2. Основные термины
Раздел 3. Основные регламенты – Спецификации – Методология оценки
Раздел 4. Начальные и средние школы – Планирование и энергия – Энергоресурсы – Окружающая среда и здоровье – Эксплуатация и управление – Образование и продвижение
Раздел 5. Высшее образование – Планирование и экология – Энергоресурсы – Окружающая среда и здоровье – Эксплуатация и управление – Образование и продвижение
Раздел 6. Особенности и инновации – Общие положения – Балльные критерии

\* В таблице используется авторский перевод критериев экостандарта.

**Таблица 3** GREEN ZOOM «Университеты, кампусы и инновационные научно-технологические центры»

Название раздела	Количество требований*, %
Транспорт и инфраструктура	11,9
Экология места застройки	7,7
Сохранение экосистем	5,6
Борьба с изменением климата	7,7
Чистая энергия, энергоэффективность	16,1
Чистая вода, водозащитивность	10,4
Хорошее здоровье	21,0
Возможность для развития	9,1
Ответственное потребление	6,3
Экологическое партнерство	4,2

\* Расчет процентного количества требований по разделам производился без учета баллов.

### Сравнительный анализ зарубежных и российских экологических стандартов

В процессе исследования проведен анализ разделов зарубежных и российских экологических стандартов для учебных учреждений: BREEAM, LEED, GB/ T51356–2019 и GREEN ZOOM (табл. 1–3). При сравнительном анализе оценочных мероприятий определено, что LEED и BREEAM делают упор на повторное использование элементов в существующем здании при капитальном ремонте [5] (табл. 1).

В Китае действует экостандарт GB/T51356–2019 «Стандарт оценки для зеленого кампуса». Он разделен на две части: начальные и средние школы; профессиональные училища и высшие учебные заведения. Общая структура GB/T51356–2019 включает шесть категорий оценки (табл. 2).

В России в 2018 году АНО «НИИУРС» разработан стандарт GREEN ZOOM «Практические рекомендации для снижения энергоемкости и повышения экологичности инновационных научно-технологических центров», в котором содержится перечень полезных советов по повышению энергоэффективности, водозащитивности и экологичности университетов и кампусов инновационных научно-технологических центров. Стандарт базируется на комплексном подходе к созданию инновационного центра согласно принципам устойчивого развития (экологичность, социальность, экономика, энергоэффективность и водозащитивность) и концепции Smart City. При анализе разделов GREEN ZOOM в процентном соотношении выявлено, что наибольшее количество требований принадлежат к разделам «Хорошее здоровье», «Чистая энергия, энергоэффективность», меньше требований – в разделах «Сохранение экосистем», «Экопартнерство» (табл. 3).

Сравнительный анализ рейтинговых систем показал, что в рассматриваемых документах наибольшее внимание уделяется экологичности места, энергосбережению, организации благоприятного микроклимата внутри учебных помещений; оценочных категорий по использованию безопасных экоматериалов и рациональному обращению с отходами меньше [5].



**Рис. 3.** Фото существующего положения корпусов СГТУ

Систематизация критериев была необходима для выявления значимости основных экологических аспектов с целью повышения экоустойчивости корпусов СГТУ.

**Концептуальное предложение для экологической реабилитации учебных корпусов**

В рамках дисциплины «Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии» магистрантами кафедры архитектуры СГТУ было подготовлено концептуальное предложение для экологической реабилитации трех корпусов (№ 3, 4, 6) Института урбанистики, архитектуры и строительства. Эко-реабилитация состояла из трех этапов.

**I этап экореконструкции.** На данном этапе проводился анализ существующего положения (рис. 3), который показал следующие результаты:

- ориентация здания – юго-западная;
- этажность корпусов – 6 этажей;
- конструктивная система – смешанная;
- каркасный несущий остов из железобетонных опор и кирпичных стен;
- плиты перекрытия опираются на каркас и на наружные стены;



- объемно-пространственное решение – простой прямоугольный силуэт с пилястрами на фасаде;
- лестничная клетка вынесена за периметр здания;
- фасады оштукатурены и окрашены;
- площадь остекления – 24 %;
- отделка интерьеров – декоративная штукатурка, пластиковые и бетонные панели, подвесные потолки, наливной бетонно-мозаичный пол из каменной крошки, линолеум; выявлена низкая энергоэффективность оболочки здания из-за отсутствия наружного утепления;
- неэнергоэффективные окна;
- на юго-восточном фасаде нет остекления.

**II этап экореконструкции.** В процессе реализации данного этапа были разработаны экорешения для участка, в числе которых:

- создание благоустроенной вело-пешеходной связи территории университета с ж/д станцией Саратов-2 по ул. Беговой;
- запрет на въезд на территорию ТС на традиционных видах топлива;
- оборудование велопарковок и мест хранения СИМ;
- система информационных стендов навигации;



**Рис. 4.** Экологические мероприятия на прилегающей территории СГТУ (авторы визуализации И. Пушкарёва, М. Сидоровичев, И. Лернер, руководитель – доцент Е. Сухина)



**Рис. 5.** Эксплуатируемая зеленая кровля Института урбанистики, архитектуры и строительства (авторы визуализации И. Пушкарёва, М. Сидоровичев, И. Лернер, руководитель – доцент Е. Сухина)



**Рис. 6.** Экологическая реабилитация корпусов СГТУ (авторы визуализации И. Пушкарёва, М. Сидоровичев, И. Лернер, руководитель – доцент Е. Сухина)



**Рис. 7.** Светоотражающая алюминиевая перфорация на юго-восточном фасаде (авторы визуализации И. Пушкарёва, М. Сидоровичев, И. Лернер, руководитель – доцент Е. Сухина)

- разделение потоков пешеходов и велосипедистов;
- перенос под землю теплотрассы у корпуса 6;
- установка спортивных сооружений всесезонного пользования;
- оборудование крытых трибун для снижения перегрева;
- замена асфальтового покрытия на мощение из сборных мелкоформатных бетонных элементов, пропускающих воду;
- биоводоемы; создание теплиц и оранжерей, биоцифровой навес на эксплуатируемой кровле;
- сбор дождевой воды для автоматического полива;
- датчики движения для освещения зон с низкой проходимостью;
- создание озелененных общественных зон для студентов с возможностью проведения учебных занятий на открытом воздухе (рис. 4, 5).

**III этап экореабилитации.** Были предложены экологические мероприятия для фасадов, внутренних помещений и организации учебного процесса (рис. 6, 7):

- альтернативные источники энергии для наружного освещения фасадов;
- использование светоотражающей алюминиевой перфорации на фасаде;
- наружная солнцезащита из автоматических ламелей в виде фотобиореакторов;
- использование световых фонарей в атриумах для естественного освещения корпусов;
- устранение мостиков холода в существующих конструкциях;
- замена оконных рам на алюминиевые с возможностью проветривания;
- использование рычажных или сенсорных автоматизированных смесителей;

## «ЗАЩИТА ОТ ШУМА И ВИБРАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ»

- натуральное дерево в интерьере;
- звуконепроницаемые стеклянные перегородки аудиторий для проникновения солнечного света с южной стороны;
- повышение акустических свойств лекционных аудиторий;
- облицовка стен и потолков звукоизоляционными материалами;
- озеленение холлов для формирования комфортного микроклимата;
- контейнеры для раздельного сбора мусора на каждом этаже;
- создание круглогодичного спортивного зала; безбарьерная среда для МГН (стеклянный лифт со стороны фасада);
- внедрение штатного расписания;
- штрафы за нарушение правил ресурсосбережения и нездоровый образ жизни.

### Ожидаемые результаты

Среди наиболее важных преимуществ новых экологических корпусов СТУ следует выделить:

- снижение выбросов углекислого газа на 30 % по сравнению с традиционным режимом эксплуатации;
- развитие экологической инфраструктуры;
- снижение водо- и энергопотребления зданий на 40 %;
- раздельный сбор мусора с возможностью переработки и повторного использования;
- экологическое образование и просвещение студентов и преподавателей;
- участие студентов в экологических проектах.

Экологическая реабилитация существующих учебных заведений в России в соответствии с требованиями зарубежных и российских экостандартов способна повысить уровень экологического образования будущих поколений, что соответствует общемировым целям устойчивого развития и заботы о природе.

### Литература

1. Olivieri L., Caamaño-Martín E., Sassenou L. N., Olivieri F. Contribution of photovoltaic distributed generation to the transition towards an emission-free supply to university campus: technical, economic feasibility and carbon emission reduction at the Universidad Politécnica de Madrid // *Renewable Energy*. 2020. Vol. 162. Pp. 1703–1714.

2. Gulwadi G. B., Mishchenko E. D., Hallowell G., Alves S., Kennedy M. The restorative potential of a university campus: Objective greenness and student perceptions in Turkey and the United States // *Landscape and Urban Planning*. 2019. Vol. 187. Pp. 36–46.

3. Табунщиков Ю. А. Основы формирования экологически устойчивой среды обитания человека // *Энергосбережение*. 2023. № 3. С. 1–13.

4. Andresen M., Campbell C. We are all students of green design // *Journal of Green Building*. 2010. Vol. 5. Pp. 34.

5. Сухинина Е. А. История возникновения и практика применения экологических стандартов в архитектуре и строительстве: монография. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2022. 244 с. ■



В рекомендациях АВОК «Защита от шума и вибрации инженерного оборудования жилых и общественных зданий» будут сформулированы требования к защите от шума и вибрации инженерного оборудования в жилых и общественных зданиях, приведены методы расчета и оценка эффективности мероприятий по защите от шума и вибрации, рассмотрены примеры решения акустических задач.

В настоящих рекомендациях впервые реализован контроль шумового и вибрационного оборудования элементов инженерных систем по принципу чек-листа, который рассматривает все составляющие обеспечения акустического комфорта в помещениях жилых и общественных зданий, а также на прилегающих территориях.

Плановая дата выхода – IV квартал 2023 года.

Приобрести или заказать рекомендации  
можно на сайте [abokbook.ru](http://abokbook.ru)  
или по электронной почте [s.mironova@abok.ru](mailto:s.mironova@abok.ru)