

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Р.Е. АЛЕКСЕЕВА**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на проведение региональной технической олимпиады 2022-2023 учебном году
возрастная группа **8-11 классы**, командный конкурс

Тема: «Системы высокой плотности энергии в сферах деятельности человека».

Образовательно-научные институты - участники:

- институт ядерной энергетики и технической физики – ИЯЭиТФ (и.о. директора, к.т.н., доцент Легчанов Максим Александрович);
- институт радиоэлектроники и информационных технологий – ИРИТ (директор, д.т.н., профессор Мякинков Александр Валериевич);
- институт электроэнергетики – ИНЭЛ (директор, д.т.н., доцент Дарьенков Андрей Борисович);
- институт физико-химических технологий и материаловедения – ИФХТиМ (директор, д.т.н., профессор Мацулевич Жанна Владимировна);
- институт промышленных технологий машиностроения - ИПТМ (и.о. директора, к.т.н., доцент Манцеров Сергей Александрович);
- институт транспортных систем – ИТС (директор, к.т.н., доцент Тумасов Антон Владимирович);
- институт экономики и управления – ИНЭУ (директор, д.ф.-м.н., профессор Митяков Сергей Николаевич);
- Арзамасский политехнический институт – АПИ филиал НГТУ (директор к.т.н., доцент Глебов Владимир Владимирович);
- Дзержинский политехнический институт – ДПИ филиал НГТУ (директор Петровский Александр Михайлович).

Координаторы игры:

- Первый проректор, проректор по учебной работе, к.т.н., доцент Ивашкин Евгений Геннадьевич;
- Декан факультета довузовской подготовки и дополнительных образовательных услуг, к.т.н., доцент Бушуева Марина Евгеньевна;
- Начальник Управления научно-исследовательских и инновационных работ, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, Почетный работник науки и техники РФ, д.т.н., профессор Беляков Владимир Викторович.

Школы, лицеи, гимназии и другие участники игры: Все желающие.

Компетенции формирующиеся у участника игры:

Требования к компетенциям инженеров сформулированы таким образом, что могут применяться в выполнении различных видов работ независимо от области специализации инженера. Требования к компетенциям включают как профессиональные (анализ задач, проведение исследований, проектирование, оценка инженерной деятельности), так и личностные навыки (коммуникация, соблюдение кодекса профессиональной этики, понимание ответственности инженера перед обществом).

Требования к компетенциям участников олимпиады:

1. *Применение универсальных знаний* (обладание широкими и глубокими принципиальными знаниями и умение их использовать в качестве основы для практической инженерной деятельности).
2. *Применение локальных знаний* (обладание теми же знаниями и умение их использовать в практической деятельности в условиях специфической темы).
3. *Анализ инженерных задач* (постановка, исследование и анализ комплексных инженерных задач).
4. *Проектирование и разработка инженерных решений* (проектирование и разработка инженерных решений комплексных инженерных задач).
5. *Оценка инженерной деятельности* (оценивание результатов комплексной инженерной деятельности).
6. *Ответственность за инженерные решения* (ответственность за принятие инженерных решений по части или по всему комплексу инженерной деятельности).
7. *Организация инженерной деятельности* (организация части или всего комплекса инженерной деятельности).
8. *Этика инженерной деятельности* (ведение инженерной деятельности с соблюдением этических норм).
9. *Общественная безопасность инженерной деятельности* (понимание социальных, культурных и экологических последствий комплексной инженерной деятельности, в том числе в отношении устойчивого развития).
10. *Коммуникабельность в инженерной деятельности* (ясность общения с другими участниками комплексной инженерной деятельности).
11. *Обучение в течение всей жизни* (непрерывное профессиональное совершенствование, достаточное для поддержания и развития компетенций).

12. *Здравомыслие в инженерной деятельности* (руководство здравым смыслом при ведении комплексной инженерной деятельности).

13. *Законность и нормативность инженерной деятельности* (соблюдение законодательства и правовых норм, охрана здоровья людей и обеспечение безопасности комплексной инженерной деятельности).

Методологическая реализация олимпиады:

В рамках технической олимпиады предполагается разработка **концептуального эскизного** научно-технического проекта и его публичная защита. По результатам защиты экспертная комиссия Оргкомитета определяет Победителей и Призеров олимпиады.

Разрабатываемый объект участники команды выбирают самостоятельно совместно с представителями руководства учебного заведения и кураторами от технического университета. Проекты должны носить глобальный характер, с **обязательным включением элементов реальных конструкций, с выполнением классических инженерных проработок по механическим, гидравлическим, пневматическим, электрическим, химическим, биологическим, информационным, комбинированным или иным типам систем, устройств, узлов, деталей и тому подобным объектам проектирования.**

Проект должен содержать пояснительную записку, оформленную в соответствии с требованиями Оргкомитета игры и Приемной комиссии технического университета. Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к техническим документам, и хорошо иллюстрирована.

Документация к проекту не должна носить реферативный характер и полностью отражать суть выполненного проекта, соответствовать техническому заданию и содержать разделы:

вводную часть, в которой обосновывается актуальность проекта;

научную часть, в которой обосновывается теоретическая возможность реального выполнения проекта и обзор существующих аналогов или проектов;

техническую часть, в которой выполняется эскизный конструкторский проект разрабатываемой системы и важнейших ее узлов;

технологическую часть, в которой представляется как технология реализации разрабатываемой технической системы, так и технология ее функционирования;

материаловедческую часть, в которой обосновывается выбор используемых в конструкции или технологическом процессе материалов;

кибернетическую часть, в которой обосновывается и разрабатывается система управления или элементы систем управления представляемых в проекте объектов;

экономическую часть, в которой выполняются экономические расчеты целесообразности создания, функционирования разрабатываемой системы и ее конкурентоспособности;

экологическую часть, в которой отражаются вопросы экологии изготовления и функционирования представленной системы в природной среде - «объект - окружающий мир»;

эстетико-эргономическую часть, в которой должно быть представлено соответствие разработанной системы требованиям эргономики и эстетического восприятия разрабатываемого технического решения в антропогенной среде - «объект - человек»;

и **другие разделы**, которые необходимы участнику олимпиады для полного раскрытия содержания проекта.

В записке могут содержаться приложения, в которые выносятся вспомогательные материалы и собственные программные реализации научно-технических расчетов и алгоритмов.

Пояснительная записка должна содержать аннотацию на русском и английском языках (одна страница текста на каждом языке). Аннотация на русском языке дополняется списком фамилий (Ф.И.О. - полностью) авторов проекта, наименованием учебного заведения, подписями руководителей проекта от учебного заведения, утвержденная директором учебного заведения и заверенная печатью учебного заведения. Оформленные материалы проекта в виде тезисов до первого марта года, в котором проходит олимпиада, подаются в оргкомитет конференции «Будущее технической науки» для её публикации в сборнике тезисов.

Также обязательно предоставление в деканат ФДПиДОУ материалов пояснительной записки и другой конкурсной документации по разрабатываемому проекту в цифровом виде.

Публичная защита должна носить хорошо организованную PR-акцию, что также будет оцениваться экспертным жюри.

Представляемые на защите графические материалы могут быть выполнены как на бумажных и цифровых носителях, так и с использованием электронных мультимедийных, аудио и видео средств.

Выступление команды (не более 10 человек), с организационной подготовкой к нему, не должно превышать **20 минут**. Все члены команды обязаны выступить по материалу раздела, в котором принимали наибольшее участие как разработчики.

В публичном выступлении команды рекомендуется 2-3 минутное представление резюме проекта на одном из иностранных языков (английском, немецком, французском, итальянском, испанском, португальском, китайском, японском, арабском, фарси или ином языке, которым владеют члены команды).

По результатам публичных выступлений команд жюри подводит итоги и выбирает победителей олимпиады.

В процессе подготовки проекта могут быть организованы он-лайн видео-консультации с кураторами от

НГТУ для руководителей команд, участников.

Теоретические пояснения к теме проекта.

Системы высокой плотности энергии.

Предметом изучения *физики высоких плотностей энергии* является вещество, плотность энергии в котором превышает величину 10^5 Дж/см³, или, другими словами, его внутреннее давление, выше, чем 1 Мбар (1011 Па). При таких давлениях любое вещество испытывает существенное сжатие, а составляющие его протоны и электроны перестают быть связанными внутриатомными силами, образуя сверхплотную плазму. Высоких давлений можно также достигнуть путём нагрева вещества до высоких температур. Например, воздух, имеющий при комнатной температуре и атмосферном давлении плотность порядка 10^{-3} г/см³, достигает давления в 1 Мбар при температуре порядка 108 К или 10 кэВ. В этих условиях воздух ионизируется, также образуя плазму. Вещество, имеющее высокую плотность энергии, похоже на плазму и конденсированное состояние тем, что в его свойствах существенную роль играют коллективные эффекты, однако в то же время по сравнению с традиционной плазмой частицы в этом случае более коррелированы, а по сравнению с обычным конденсированным состоянием большую роль играют ионизация и кулоновское взаимодействие.

Вещество в состоянии с высокой плотностью энергии в природе может встречаться в различных ситуациях. При этом, несмотря на некоторую общность рассматриваемых вопросов, каждое направление исследований имеет свою специфику:

- 1) Исторически первым возникла задача управляемого термоядерного синтеза, и в частности проблема инерциального синтеза, при решении которой и приходится проводить изучение вещества в сверхплотном состоянии.
- 2) Другим направлением, появившимся чуть позже, стала экспериментальная астрофизика, в рамках которой в земных условиях моделируются процессы, идущие в астрофизических объектах, например, звёздах.
- 3) Отдельно стоят *задачи взаимодействия сверхмощного лазерного излучения с веществом, не направленные на получение термоядерной реакции*, в частности, к таким задачам относятся лазерное ускорение электронов и ионов, генерация рентгеновского излучения и получение аттосекундных импульсов.

Примеры решаемых задач в области высоких плотностей энергий.

Высокие плотности энергии и магнитное обжатие. Область исследований, известная как МАГО (аббревиатура от МАГнитное Обжатие) в России и как MTF (синтез замагниченных мишеней) в США, является альтернативой основным подходам управляемого термоядерного синтеза (системам с магнитным удержанием и инерциальному термоядерному синтезу – ИТС). В отличие от прямого гидродинамического сжатия первоначально холодного топлива (как в ИТС) подход МАГО/MTF [1 – 5] состоит из двух стадий: 1) вначале создается замагниченная горячая плазма, пригодная для последующего сжатия (с магнитным полем $\sim 0,1$ МГс, имеющим замкнутую конфигурацию силовых линий, с плотностью 10^{18} см⁻³, температурой ~ 300 эВ и достаточно малым содержанием примесей, поскольку они могут увеличивать потери на излучение); 2) затем с помощью мощных драйверов (например, взрывомагнитных генераторов – ВМГ) производится квазиadiaбатическое сжатие плазмы лайнерами (со скоростями порядка 1 см/мкс) и доведение ее до параметров, соответствующих выполнению критерия Лоусона. К настоящему времени накоплен большой экспериментальный и расчетно-теоретический материал, позволивший понять основные физические процессы, определяющие работу системы МАГО. Методы и многие элементы, развитые в системах МАГО-MTF, можно использовать для различных задач физики высоких плотностей энергии, например, для исследований динамических свойств материалов (уравнений состояния, динамической прочности, явлений разрушения и др.), поверхностных разрядов в сильных магнитных полях (включая разряды на поверхности изолятора и взаимодействие сильных магнитных полей с поверхностью металла), гидродинамических и магнитогидродинамических неустойчивостей, изучения поведения различных гидродинамических и магнитогидродинамических течений для калибровки численных методик; с их помощью можно исследовать и развивать новые области физики высоких плотностей энергии, такие как механизм нагрева плазмы с помощью бесстолкновительных ударных волн, аномальный нагрев в приэлектродных плазменных течениях, двумерный турбулентный вязкий нагрев и т. д.

Новый суперконденсатор с высокой плотностью энергии. В гонке за лучшим суперконденсатором исследователи Технического университета Мюнхена сделали большой шаг вперед. Они разработали графеновый гибридный материал, который имеет показатели производительности, сравнимые с показателями современных батарей. Это серьезный прорыв, потому что основным недостатком современных суперконденсаторов является их низкая плотность энергии.

Два вида применения лазера. Характеристики высокой интенсивности, хорошей монохроматичности, хорошей когерентности и хорошей направленности определяют два сценария применения лазера: Энергетический лазер. Лазер обладает выдающимся преимуществом - высокой плотностью энергии, что находит важное применение в обработке материалов, производстве оружия, медицине и других областях. Информационный лазер. Лазер обладает хорошей монохроматичностью и направленностью. Он подходит для передачи информации (оптическая связь) и измерения расстояния (оптическое измерение). По сравнению с традиционной электрической связью, оптическая связь имеет такие преимущества, как большая емкость, большое расстояние, хорошая конфиденциальность и легкий вес.

Лазерная обработка является представителем технологии точной обработки. Основной движущей силой роста является замещение традиционных методов обработки: По сравнению с другими станками, лазерные станки имеют такие преимущества, как высокая эффективность, высокая точность, низкое потребление энергии, малая деформация материала, большой ряд обрабатываемых материалов и простота управления. Эти преимущества тесно связаны с двумя характеристиками бесконтактной обработки и высокой плотностью энергии лазерной обработки: Бесконтактная обработка. Работа лазера полностью завершается за счет тепла, выделяемого при взаимодействии лазера с материалом. Во время всего процесса нет контакта между обрабатывающим инструментом и материалом, поэтому обрабатываемый материал не подвергается силовому воздействию, а остаточное напряжение относительно невелико. Поскольку диаметр луча можно контролировать до очень малого, точность также высока; Высокая плотность энергии Плотность мощности лазерной обработки может достигать более 10⁷ Вт/см, в тысячи и даже десятки тысяч раз превышая плотность мощности пламени, дуги и других методов обработки.; Более высокая плотность мощности означает, что лазер может обрабатывать очень маленькую область на объекте обработки, не затрагивая материалы вокруг микрообласти, поэтому точность обработки и эффективность обработки выше. Многоточечные преимущества: Высокая эффективность; Высокоточный; Низкое потребление энергии; Малая деформация; Легко контролировать.

Использование лазерного излучения в медицине. Процессы, характеризующие взаимодействие лазерного излучения (ЛИ) с биообъектами, можно разделить на 3 группы: 1) невозмущающее воздействие (не оказывающее заметного действия на биообъект); 2) фотохимическое действие (возбужденная лазером частица либо сама принимает участие в соответствующих химических реакциях, либо передает свое возбуждение другой частице, участвующей в химической реакции); 3) фоторазрушение (за счет выделения тепла или ударных волн).

Лазерная диагностика. Лазерная диагностика представляет собой невозмущающее воздействие на биообъект, использующее когерентность лазерного излучения. Перечислим основные методы диагностики:

- Интерферометрия. При отражении лазерного излучения от шероховатой поверхности возникают вторичные волны, которые интерферируют между собой. В результате образуется картина темных и светлых пятен (спеклов), расположение которых дает информацию о поверхности биообъекта (метод спеклоинтерферометрии).
- Голография. С помощью лазерного излучения получают 3-мерное изображение объекта. В медицине этот метод позволяет получать объемные изображения внутренних полостей желудка, глаза и т.д. Рассеяние света. При прохождении остронаправленного лазерного пучка через прозрачный объект происходит рассеяние света. Регистрация угловой зависимости интенсивности рассеянного света (метод нефелометрии) позволяет определять размеры частиц среды (от 0,02 до 300 мкм) и степень их деформации. При рассеянии может изменяться поляризация света, что также используется в диагностике (метод поляризационной нефелометрии).
- Эффект Доплера. Этот метод основан на измерении доплеровского сдвига частоты ЛИ, который возникает при отражении света даже от медленно движущихся частиц (метод аненометрии). Таким способом измеряется скорость кровотока в сосудах, подвижность бактерий и т.д.

- Квазиупругое рассеяние. При таком рассеянии происходит незначительное изменение длины волны зондирующего ЛИ. Причина этого - изменение в процессе измерения рассеивающих свойств (конфигурации, конформации частиц). Временные изменения параметров рассеивающей поверхности проявляются в изменении спектра рассеяния по сравнению со спектром подающего излучения (спектр рассеяния либо уширяется, либо в нем появляются дополнительные максимумы). Данный метод позволяет получать информацию о меняющихся характеристиках рассеивателей: коэффициенте диффузии, скорости направленного транспорта, размерах. Так осуществляется диагностика макромолекул белков.
- Лазерная масс-спектропия. Этот метод используют для исследования химического состава объекта. Мощные пучки лазерного излучения испаряют вещество с поверхности биообъекта. Пары подвергаются масс-спектральному анализу, по результатам которого судят о составе вещества.
- Лазерный анализ крови. Лазерный луч, пропускаемый через узкий кварцевый капилляр, по которому прокачивается специально обработанная кровь, вызывает флуоресценцию ее клеток. Флуоресцентное свечение затем улавливается чувствительным датчиком. Это свечение специфично для каждого типа клеток, проходящих поодиночке через сечение лазерного луча. Подсчитывается общее число клеток в заданном объеме крови. Определяются точные количественные показатели по каждому типу клеток.
- Метод фоторазрушения. Его используют для исследования поверхностного состава объекта. Мощные пучки ЛИ позволяют брать микропробы с поверхности биообъектов путем испарения вещества и последующего масс-спектрального анализа этого пара.

Использование лазерного излучения в терапии.

В терапии используются низкоинтенсивные лазеры (интенсивность 0,1-10 Вт/см²). Низкоинтенсивное излучение не вызывает заметного деструктивного действия на ткани непосредственно во время облучения. В видимой и ультрафиолетовой областях спектра эффекты облучения обусловлены фотохимическими реакциями и не отличаются от эффектов, вызываемых монохроматическим светом, полученным от обычных некогерентных источников. В этих случаях лазеры являются просто удобными монохроматическими источниками света, обеспечивающими внутрисосудистое облучение крови.

Использование лазерного излучения в хирургии. В хирургии высокоинтенсивные лазеры используются для рассечения тканей, удаления патологических участков, остановки кровотечения, сваривания биотканей. Выбирая должным образом длину волны излучения, его интенсивность и длительность воздействия, можно получать различные хирургические эффекты. Так, для разрезания биологических тканей используется сфокусированный луч непрерывного СО₂-лазера, имеющего длину волны $\lambda = 10,6$ мкм, мощность 2×10^3 Вт/см². Применение лазерного луча в хирургии обеспечивает избирательное и контролируемое воздействие. Лазерная хирургия имеет ряд преимуществ: бесконтактность, дающую абсолютную стерильность; селективность, позволяющую выбором длины волны излучения дозированно разрушать патологические ткани, не затрагивая окружающие здоровые ткани; бескровность (за счет коагуляции белков); возможность микрохирургических воздействий, благодаря высокой степени фокусировки луча.

Применение лазеров имеет комплексные решения в широком спектре приложений от научных исследований, биомедицины и окружающей среды до обработки промышленных материалов, микроэлектроники, авионики и развлечений.

Основные виды человеческой деятельности.

Игра — это особый вид деятельности, целью которого не является производство какого-нибудь материального продукта, а сам процесс — развлечение, отдых. Игра, как и искусство, предлагает некое решение в условной сфере, которое может быть использовано в дальнейшем в качестве своеобразной модели ситуации. Игра дает возможность моделировать конкретные жизненные ситуации.

Учение — вид деятельности, целью которого является приобретение человеком знаний, умений, навыков. Особенности учения состоят в том, что оно служит средством психологического развития человека. Учение может быть организованным и неорганизованным (самообразование).

Общение — это вид деятельности, при котором происходит обмен идеями и эмоциями (радость, удивление, гнев, страдание, страх и т. д.). По используемым средствам различают следующие виды

общения: непосредственное и опосредованное, прямое и косвенное, вербальное и невербальное.

Труд — вид деятельности, которая направлена на достижение практически полезного результата. Характерные черты труда: целесообразность, нацеленность на достижение конкретного результата, практическая полезность, преобразование внешней среды обитания.

Творчество — это вид деятельности, порождающей нечто качественно новое, никогда ранее не существовавшее. Важнейшими механизмами творческой деятельности являются: 1) комбинирование уже имеющихся знаний; 2) воображение, т. е. способность создавать новые чувственные или мыслительные образы; 3) фантазия, которая характеризуется яркостью и необычностью создаваемых представлений и образов; 4) интуиция — знание, способы получения которого не осознаются.

Приложение

Критерии оценок на региональной технической олимпиаде 8 - 11 классов

Показатели и критерии оценки	Количество баллов участника
Новизна (оценивается уровень научно-технической новизны разработки, лежащей в основе проекта)	0 - 5 баллов
Актуальность (оценивается значение идеи, сформулированной в проекте, для решения современных проблем и задач, как в отдельном регионе, так и в России в целом)	0 - 5 баллов
Уровень проработки проекта (оценивается наличие, обоснованность и достаточность предложенных методов и способов решения задач для получения требуемых качественных и технических характеристик результатов НИР)	1 - 5 баллов
Представление проекта <ul style="list-style-type: none"> • увлеченность идеями (оценивается качество представления проекта); • оценка презентации; • оценка графических материалов; • оценка модели (если имеется); • PR- акция проекта; • использование иностранного языка 	1 - 7 баллов
Перспективы внедрения (оценка востребованности проекта)	0 - 3 баллов Дополнительный 1 балл за актуальность и возможность внедрения в Нижегородском регионе
Вопросы соперникам	0 - 3 баллов
Ответы на вопросы	0 - 5 баллов