



# ТУРНИР ТРЕХ НАУК

Уважаемые участники!

Перед вами **ПОЛНЫЙ** список задач регионального отборочного этапа Федерального Студенческого Турнира Трёх Наук в Приволжском федеральном округе.

В списке приведены шестнадцать задач, восемь из которых (1–8) предоставлены федеральным Оргкомитетом, шесть (9–14) – федеральными спонсорами и партнерами, две (15–16) – региональными партнерами.

Убедительная просьба, соблюдайте меры безопасности при проведении экспериментов.

**«I'm an apostrophe  
I'm just a symbol to remind you that there's more to see»**  
Imagine Dragons — Whatever It Takes

## **1. Батарейки могут все! (основано на «фольклорной» задаче)**

Проделайте электрохимическим путем отверстие в медной пластине как можно большей толщины, используя в качестве источника тока солевую батарейку типа АА. Применяемый в этом процессе электролит без подключения батарейки на медь действовать не должен. Возможно ли получать отверстия различного диаметра, используя ваш способ?



## 2. Ты учёный, а не посудомойка (А. Червинская)

В полевых условиях для мытья посуды иногда используются растения, например, пырей. Изучите, какие физические и химические свойства растений способствуют отмыванию различных загрязнений. Разработайте критерии качества и на их основе выберите растение и методику для мытья посуды; при этом для мытья разрешается использовать только воду с температурой меньше 30°C и само растение. Опишите количественно преимущества и недостатки мытья посуды с помощью выбранного вами растения по сравнению с мытьем посуды с помощью обычных моющих средств и губок. Изучите также бактерицидные свойства вашего растения как посудомоечного средства.

**Внимание:** выбранное вами растение должно быть безопасно для человека.

## 3. Нейроминимум (А. Харин)

Предложите автоматический (без участия оператора) энцефалографический метод определения того, открыты у испытуемого глаза или закрыты. Ваш метод должен обходиться двумя электродами, каждый площадью не более 0,5 см<sup>2</sup>, подключаемыми к испытуемому. В процессе определения нельзя менять места установки электродов. Найдите характеристики вашего метода, например, вероятность ложной тревоги и пропуска, также известные как ошибки первого и второго рода. Выберите некоторый статистический критерий и оптимизируйте параметры предложенного вами метода.

## 4. Жевать — не переживать (А. Харин)

Жевательная резинка или просто жвачка — это изделие, которое состоит из несъедобной и нерастворимой основы (не обязательно из резины), а также различных добавок. Разработайте оптимальную жвачку для удаления бактериального налета с поверхности зубов. Минимизируйте нежелательные побочные эффекты от употребления вашего изделия. Определите оптимальное время жевания предложенной вами жвачки. Удаляет ли ваше изделие налет с других поверхностей полости рта? Для проведения экспериментов разработайте механико-химическую модель процесса жевания предложенной вами жвачки.



## 5. **Общительные E. coli (С. Бозрова, А. Егоров)**

Некоторые штаммы бактерии E. coli продуцируют белок–антибиотик колицин. Данный антибиотик играет важную роль в поддержании микрофлоры человека. Однако колицин способен подавлять рост бактерий своего же вида, но другого штамма. Изучите экспериментально и теоретически (в т. ч. с помощью моделирования) взаимодействие продуцирующего и не продуцирующего колицин штаммов E. coli.

**Внимание:** в ходе экспериментов разрешается использовать только безопасные для человека штаммы микроорганизмов.

## 6. **Грибочки к чаю (Н. Малания, Д. Шабанов, Е. Шабанова)**

Как известно, чайный гриб, представляющий собой симбиоз дрожжей и некоторых уксуснокислых бактерий, является источником ферментов, аминокислот, а также многих полезных промежуточных продуктов гликолиза. Разработайте методику получения чайного гриба из отдельных составляющих и исследуйте процесс образования данного симбиоза. Предложите и обоснуйте критерии эффективности культивирования данного симбионта. Определите условия, при которых культивирование будет наиболее эффективно.

## 7. **Вы всё ещё кипятите? (А. Харин)**

Разработайте генератор электрического напряжения, способный уничтожить все микроорганизмы в максимальном объеме жидкого проводящего вещества (например, водного раствора соли). Температура и состав среды должны оставаться допустимыми для выживания микроорганизмов. В качестве источника энергии для генератора разрешается использовать только один элемент питания РРЗ («Крона»). Форму сосуда, в котором находится жидкое проводящее вещество, вид и штамм микроорганизма, подлежащего уничтожению, а также форму электродов можете выбрать по вашему усмотрению. Как должно меняться во времени электрическое напряжение, вырабатываемое генератором, чтобы решить поставленную задачу?

**Внимание:** в ходе экспериментов разрешается использовать только безопасные для человека штаммы микроорганизмов.



## 8. Утекай (Я. Бреев)

Известно явление, когда некая жидкость может практически полностью выливаться из сосуда, положение которого близко к вертикальному (см. видео <https://youtu.be/bOSVX8zOPkc> ). Объясните явление. Выясните, какие еще жидкости пригодны для воспроизведения эффекта. Определите, как зависит скорость выливания и количество оставшейся в сосуде жидкости от характерных параметров системы.

**Внимание**, в ходе экспериментов разрешается использовать только безопасные для здоровья человека вещества.

## 9. Вторая беда (ПАО «СИБУР Холдинг»)

В настоящий момент для модификации дорожных битумов применяется бутадиен–стирольный термоэластопласт, который обеспечивает высокие эксплуатационные свойства асфальтобетонного покрытия в широком диапазоне температур. Однако в процессе транспортировки и хранения полимерно–битумного вяжущего (ПБВ) наблюдается процесс расслоения. В большинстве случаев полимерная матрица концентрируется в верхних слоях объема смеси. Процесс расслоения затрудняет получение однородного по свойствам продукта, что отрицательно сказывается на качестве дорожного покрытия. Предложите методы, смягчающие риски данной проблемы.

## 10. День триглицеридов (ГК «ЭФКО» )

Известно, что кулинарные жиры получают путем гидрогенизации и переэтерификации растительных масел. Предположительно, наиболее массовые жиры специального назначения (маргарины) можно получить путем купажирования различных фракций пальмового масла, без использования дорогостоящих технологий. Процесс разработки технологии купажирования требует детального изучения свойств индивидуальных триглицеридов. Предложите способы получения одного индивидуального триглицерида с чистотой не менее 90 %.



## 11. Охота на лис (АО «Концерн «Созвездие»)

Разработайте команду из двух автономных роботов, которая бы давала наилучшие результаты в приведенной ниже адаптированной версии спортивной радиопеленгации. Необходимо, чтобы система управления каждого робота была построена на нейросетевых принципах.

**Примечание:** при решении задачи на отборочном этапе Турнира допускается замена эксперимента математическим моделированием, при решении задачи на финальном этапе Турнира такая замена не допускается.

Правила игры:

1. Число радиопередатчиков равно двум.
2. Передатчики расположены и закреплены на площадке.
3. Передатчики питаются от автономного источника питания. Мощность излучения передатчика на более 100 милливольт.
4. Площадка — ровная прямоугольная поверхность размером 2x3 м.
5. Габариты роботов не более ВШГ = 10x10x10 см.
6. Габариты передатчиков не более ВШГ = 10x10x10 см.
7. Роботы могут общаться только друг с другом.
8. Передатчики располагаются в случайных неизвестных роботам местах на расстоянии не менее 1 м от каждого из роботов (ограничение на минимальное расстояние между передатчиками и роботами также неизвестно роботам).
9. Роботы оснащаются НЕнаправленными антеннами, приемниками и системой управления.
10. Передатчики оснащаются НЕнаправленными антеннами.
11. Каждый из передатчиков излучает гауссовский белый шум (достаточно, чтобы спектральная плотность мощности шума была постоянной и отличной от нуля в полосе частот до 10 МГц).
12. Спектральная плотность мощности шума каждого из передатчиков не известна роботам.
13. Начальное положение роботов — в противоположных углах площадки.
14. Скорость каждого робота ограничена 0.01 м/с.
15. Роботы не могут отрываться от поверхности.
16. Факт победы в игре — нахождение командой роботов обоих передатчиков.



17. Факт нахождения передатчиков — хотя бы один из роботов подъезжает к передатчику и касается его любой своей частью.

18. Чем быстрее роботы находят передатчики, тем лучше они играют.

\*ВШГ=Высота x Ширина x Глубина

## **12. Грязный резервуар (ООО «ЛУКОЙЛ-Черноземьнефтепродукт»)**

Регламентными процедурами предусмотрено проведение периодической зачистки топливных резервуаров. Однако, на данный момент отсутствует методика оценки степени загрязненности топливных резервуаров.

Загрязненные остатки в резервуарах состоят из воды (от 3 до 38 %), механических примесей (от 2 до 28%), органических веществ (от 1 до 45%) и так далее.

Разработайте оптимальную методику оценки степени загрязненности неопорожненных топливных резервуаров.

## **13. Неточный плотномер (ООО «ЛУКОЙЛ-Черноземьнефтепродукт»)**

На АЗС существуют системы измерений массы нефтепродуктов, предназначенные для непрерывных измерений уровня, температуры и плотности нефтепродуктов в резервуарах на автозаправочных станциях, вычислений объема и массы нефтепродуктов при хранении.

Самой нестабильной величиной, определяемой системой измерения, является плотность.

Поплавок плотности (плотномер) на измерительной системе состоит из корпуса и поплавка. Корпус прикреплен к поплавку воды. Корпус может свободно двигаться на стержне зонда, поплавок – находится внутри корпуса и может перемещаться. При этом его перемещение зависит от плотности нефтепродукта. Плотномер устанавливается на стержне зонда в зоне нижнего уровня нефтепродукта.

При долговременной эксплуатации измерительной системы неизбежно загрязнение материалов, находящихся в контакте с продуктом. Кроме того, возможно застревание поплавков вследствие вышеуказанного фактора.

Из-за сравнительно небольших размеров выталкивающая сила меньше, и поплавки плотности чувствительны к дестабилизирующим факторам. На дизельных поплавках плотности, в момент слива бензовоза образуются пузырьки воздуха, которые могут выходить до суток.





Какие на Ваш взгляд можно принять меры, чтобы доработать саму измерительную систему или имеющиеся датчики плотности до возможности минимального влияния со стороны вышеперечисленных дестабилизирующих факторов при выполнении измерений?

**Внимание:** применение емкостных датчиков плотности не рассматривается.

## **14. Безопасный газ (Фонд инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО, ООО «Центр нанотехнологий и наноматериалов Республики Мордовия»)**

Для придания различным полимерным изделиям (в качестве примера можно рассмотреть подошву обуви или полимерные демпферы) более высоких характеристик, таких как упругость/амортизация, возможность возвращаться в исходную форму после многих циклов деформации, снижение показателей Г, В, Д, Т (Горючесть, Воспламеняемость, Дымообразующая способность, Токсичность), а также снижения их себестоимости в состав вводят полимерные микросферы размером не более 10 мкм, заполненные газом.

Подберите газ, который предпочтительно использовать для придания им наиболее безопасных пожарных характеристик (Г, В, Д, Т). Учитывая это, на примере нескольких выбранных полимеров докажите, что один из них имеет наиболее оптимальные характеристики для изготовления данных микросфер, предназначенных для использования в готовых изделиях при температуре эксплуатации от  $-35$  до  $+55$   $^{\circ}\text{C}$ .

## **15. Не только добра, что много серебра (ООО «Центр нанотехнологий и наноматериалов Республики Мордовия»)**

Серебро обладает самым низким удельным электрическим сопротивлением и самой высокой теплопроводностью среди металлов. Известно, что пасты с высокой массовой долей серебра (до 90%) используются в электронной полупроводниковой промышленности для создания контакта между кремнием и металлами по технологии низкотемпературного спекания (LowTemperatureJoiningTechnique).



ЛТТтехнология позволяет формировать серебряный контакт при температуре ниже 250 °С, что существенно ниже температуры плавления серебра. Низкая температура процесса обусловлена использованием нано- и микрочастиц серебра в виде наносфер и микрохлопьевидных образований размером до 15 мкм. Электро- и теплопроводность серебряного контакта напрямую зависят от пористости образующейся структуры и могут достигать до 80% от соответствующих значений для металлического серебра. Используя известный принцип «плотнейшей упаковки», постройте модель структуры серебряного слоя перед спеканием и предложите наиболее подходящие размеры и форму частиц, а также соотношение их фракций для создания структуры с минимальной пористостью.

## **16. Идеальное оптоволокно (АО «Оптическое Волоконные Системы»)**

Как известно свет, распространяющийся в сердцевине оптического волокна (ОВ), можно представить в виде суммы двух взаимно перпендикулярных компонентов. Создать преформу с идеально круглой сердцевинной практически невозможно, всегда есть «допуск» по эллиптичности. В связи с этим, возникает разность скоростей распространения между взаимно перпендикулярными компонентами света в ОВ, что называется явлением поляризационной модовой дисперсии (ПМД). ПМД – одна из проблем при построении линий с высокой дальностью передачи. Предложите свои методы компенсации/уменьшения явления ПМД на стадии вытяжки ОВ на башне вытяжки.





По всем вопросам, связанным с условиями задач от оргкомитета, можно обращаться к Александру Харину

**VK:** [vk.com/a\\_kharin](https://vk.com/a_kharin)

**e-mail:** [phys.vsu@gmail.com](mailto:phys.vsu@gmail.com)

По всем вопросам, связанным с условиями задач от спонсоров, можно обращаться к Алексею Попову

**VK:** [vk.com/popovalex74](https://vk.com/popovalex74)

и Якову Брееву

**VK:** [vk.com/yakovbreev](https://vk.com/yakovbreev)

По всем вопросам, связанным с условиями задач от региональных партнеров, можно обращаться к Александру Михайловичу Давыдкину (задачи 15–16).

**e-mail:** [aldavydkin@yandex.ru](mailto:aldavydkin@yandex.ru)

**Оргкомитет благодарит команду разработчиков задач, которые работали совместно с авторами над тем, чтобы задачи стали такими, какими вы их видите.**

**Состав команды разработчиков задач от оргкомитета:**

Я. Бреев, А. Верлина, Е. Гарифуллина, А. Грищенко, Д. Дорофеев, Е. Киселева, О. Козадёров, В. Ларченков, А. Маслакова, А. Надеев, А. Попов, К. Сладков, А. Червинская, М. Чугреев, Д. Шевцов, В. Шумаев

**Корректоры:** В. Перевозникова, А. Теплова

**Научный редактор (задачи от оргкомитета):** А. Харин

**Научные редакторы (задачи от спонсоров):** А. Попов, Я. Бреев, А. Давыдкин

**Оформление:** Н. Кузнецова



[iturnir.ru](http://iturnir.ru)



[vk.com/iturnir](https://vk.com/iturnir)



[@iturnir](https://www.instagram.com/iturnir)

